

## RAPPORT D'ENQUETE DE TECHNIQUE NOUVELLE

### Systeme ISY-STEEL

REFERENCE : A.25.09618

NOM DU PROCEDE : Système d'intégration ISY-STEEL  
Associé aux panneaux listés en annexe

TYPE DE PROCEDE : Système photovoltaïque en sur imposition de  
Toiture sur bacs aciers.

DESTINATION : Travaux neufs ou en rénovation

DEMANDEUR : SAS ISY-PV  
969 chemin du Baguier  
13600 LA CIOTAT

PERIODE DE VALIDITE : 3 ans à compter du 02 avril 2026 soit une  
date d'expiration au 02 avril 2029.

| <u>Version</u> | <u>Date</u>       | <u>Objet</u>            |
|----------------|-------------------|-------------------------|
| <u>01</u>      | <u>02/04/2026</u> | <u>Version initiale</u> |

Le présent rapport comporte 38 pages dont la liste des panneaux validés (1 page)  
Il porte la référence A.25.09618 rappelée sur chacune d'entre elles.  
Il ne doit être communiqué que dans son intégralité.

## **1 PREAMBULE**

L'Enquête de Technique Nouvelle est une évaluation technique privée, réalisée afin de prendre en compte les différents stades de développement de l'innovation.

La présente Enquête de Technique Nouvelle, établie par SUD EST PREVENTION ne pourra faire l'objet de quelque modification que ce soit (complément, ajout ou modification) sans un accord formalisé de SUD EST PREVENTION.

Tout document faisant référence à la présente E.T.N. en y apportant une quelconque modification rappelée ci avant ne saurait être assimilé à celle-ci. La responsabilité de SUD EST PREVENTION ne saurait être engagée sur de tels documents.

La présente E.T.N. porte donc exclusivement sur le procédé ISY-STEEL associé aux panneaux listés en annexe, réalisé en intégralité.

Toute installation mettant en œuvre partiellement le présent procédé ne saurait donc être couverte dans le cadre de cette E.T.N.

Cette appréciation porte uniquement sur les éléments constitutifs assurant la fonction « clos et couvert » au sens de l'article 1792 et suivants du code civil et dans l'optique de permettre une prévention des aléas techniques relatifs à la solidité dans les constructions achevées (mission L selon la norme NF P 03-100), à l'exclusion de toute autre fonction et/ou aléas au sens de la norme NF P 03-100.

La présente Enquête de Technique Nouvelle constitue un tout indissociable des éléments transmis par le demandeur tels que :

- Le dossier Technique et annexes dans son intégralité. Carnet de 28 pages et annexes daté du 16 février 2026.
- La notice de montage V1 datée du 17/03/2026

Le présent rapport d'Enquête de Technique Nouvelle est donc complémentaire à ces éléments.

## **2 OBJET DU PRESENT RAPPORT**

La société SAS ISY-PV a demandé à SUD EST PREVENTION d'étudier et de produire une Enquête de Technique Nouvelle relative à son procédé ISY-STEEL intégrant les panneaux photovoltaïques listés en annexe.

La mission confiée à SUD EST PREVENTION concerne uniquement les éléments constitutifs assurant la fonction « clos et couvert » au sens des articles 1792 et suivants du Code Civil et dans l'optique de permettre une prévention des aléas techniques relatifs à la solidité dans les constructions achevées (mission L selon la norme NFP 03-100) à l'exclusion de toute autre fonction.

La présente Enquête de Technique Nouvelle ne vise pas :

- la partie électrique de l'installation, ni les onduleurs associés aux panneaux
- La solidité des structures porteuses, supports du présent complexe de couverture photovoltaïque qui est réputée acquise.

Dans le cas de structures existantes, non réalisées spécifiquement pour le présent complexe de couverture, un diagnostic de solidité desdites structures devra être établi par un Bureau d'études spécialisé.

### **3 QUALIFICATION DES INSTALLATEURS**

- Qualifelec: 40 SPV Installation électriques E1- E3 - E2 – EC avec la mention <<Solaire photovoltaïque>> ou 43 Solaire photovoltaïque avec la mention RGE.
- Qualit'ENR: QualiPV BAT ou QualiPV ELEC.
- QualiPV BAT 5911-ENR Photovoltaïque
- QUALIBAT 318.

Les installateurs devront disposer d'une habilitation électrique à jour dans le domaine de la basse tension (<1500V CC et CA) et avoir suivi une formation spécifique de la part du demandeur et posséder sur chantier :

- a) La notice de montage
- b) Le présent rapport d'Enquête de Technique Nouvelle

### **4 DESCRIPTION DU PROCÉDÉ ISY STEEL**

La dénomination commerciale du procédé est « **ISY-STEEL** » ; détenu et commercialisé par « ISY-PV ».

Le système permet la mise en œuvre, sur toiture métallique, de modules photovoltaïques cadrés en surimposition du plan de couverture, en configuration paysage (bridage sur les grands côtés des modules parallèles au rampant).

Les toitures métalliques concernées par ce procédé sont conformes au DTU 40.35 (Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues).

### **5 DESCRIPTION GÉNÉRALE**

Le procédé est composé des éléments suivants :

- Profilé Aluminium « ISY-STEEL - rail\_universel - 5fix - L130 – Alu » (réf 381002) ou en version noir « ISY-STEEL - rail\_universel - 5fix - L130 – Noir » (réf 381003) servant de support aux modules photovoltaïques et d'ancrage du procédé sur les tôles d'acier de couvertures.
- Vis de fixation 6,0X38 DS 16 mm (référence Schäfer + Peters GmbH Art. 9505 A2/CV 6,0X38 DS 16 mm) (ref : 380018), servant à la fixation du profilé aluminium sur les éléments de toiture ;
- Etrier extérieur servant au bridage d'un module en début ou fin de ligne (bridage sur un côté), décliné en 2 versions avec et sans ressort intégré :
  - Etrier exter black - ISY-PV - Réf. **380068 V3**
  - Etrier spring exter black - ISY-PV- Réf. **380108**
- Etriers intermédiaires servant au bridage de deux modules adjacents, décliné en 2 versions avec et sans ressort intégré :
  - Etrier inter black - ISY-PV - Réf. **380067 V3**
  - Etrier spring inter black - ISY-PV- Réf. **380109**
- Griffes de mise à la terre des modules Griffes MALT ISY-PV » (réf : **380057**) ainsi que la Terragrif © universelle (réf. : **380049**)

En outre le procédé est composé également sur la toiture photovoltaïque, des éléments suivants :

- Modules photovoltaïques avec cadre en aluminium protégés par oxydation anodique de marques et de types référencés dans une liste jointe au présent document et certifiés conformes à la norme IEC 61215 ;
- Fixation micro-onduleur (réf. : **380016**) en option pour la fixation des micro-onduleurs sur le profilé ;

Ci-dessous un tableau récapitulatif des composants du procédé :

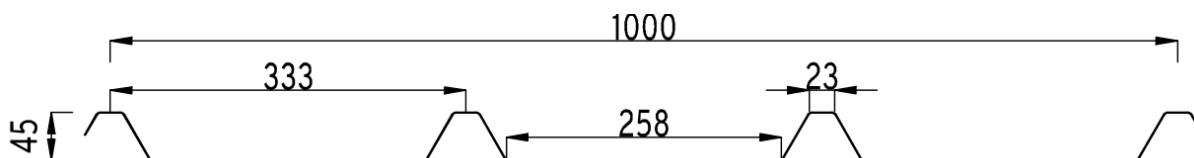
| Type                     | Article   | Description                                     |
|--------------------------|-----------|-------------------------------------------------|
| <b>Profilé</b>           | 380102    | ISY-STEEL - rail_universel - 5fix - L130 – Alu  |
|                          | 380103    | ISY-STEEL - rail_universel - 5fix - L130 – Noir |
| <b>Fixations Profilé</b> | 380018    | Vis de fixations 6,0X38 DS 16 mm                |
| <b>Bridage</b>           | 380068 V3 | Etrier exter Black - ISY-PV                     |
|                          | 380108    | Etrier spring exter black - ISY-PV              |
|                          | 380067 V3 | Etrier inter Black - ISY-PV                     |
|                          | 380109    | Etrier spring inter black - ISY-PV              |
| <b>Micro onduleur</b>    | 380016    | Fixation Micro Onduleur                         |
| <b>Mise à La Terre</b>   | 380049    | Terragrif © universelle                         |
|                          | 380057    | Griffe MALT ISY-PV                              |

Tableau 1- Récapitulatif des composants du procédé

## 5-1 Support de couverture

Le profilé ISY-STEEL est compatible avec les bacs référencés ci-dessous :

- Parisienne d'ATELIERS 3S en épaisseur 0.63mm et 0.75mm :



Il est également compatible avec les nervures des bacs métalliques de dimensions :

- Hauteur de nervures : 35 à 45mm
- Largeur de sommet : minimum 20mm
- Angle de nervure : compris 56° et 60°
- Nuance d'acier minimale : S280GD.
- Epaisseur d'acier  $\geq 0,63$ mm

Pour toutes autres références de bac acier, consulter les services techniques de ISY-PV.

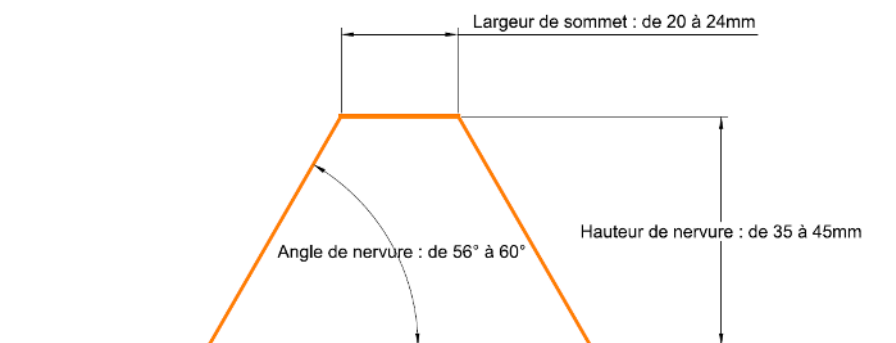


Figure 1 - Dimensions de nervures compatibles

## 5-2 Profilé ISY-STEEL

Le profilé ISY-STEEL est réalisé en Aluminium de nuance 6005-T5 dont les dimensions sont présentées en Annexe 1.

Il comporte en sous face 3 joints EPDM (1 joint de dimension 130x38x2mm et 2 joints de dimension 130x14x2mm)

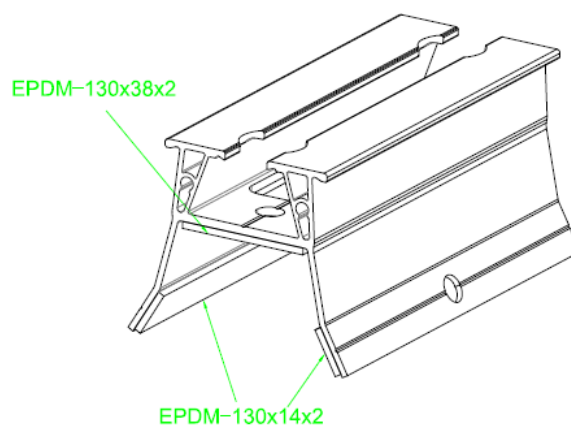


Figure 2 - Profilé ISY-STEEL: localisation EPDM

Le profilé ISY-STEEL contient 5 trous  $\Phi 8$ mm permettant la fixation du rail sur la nervure du bac métallique (2 trous pour une fixation en sommet de nervures et 3 trous pour une fixation sur les côtés de la nervure).

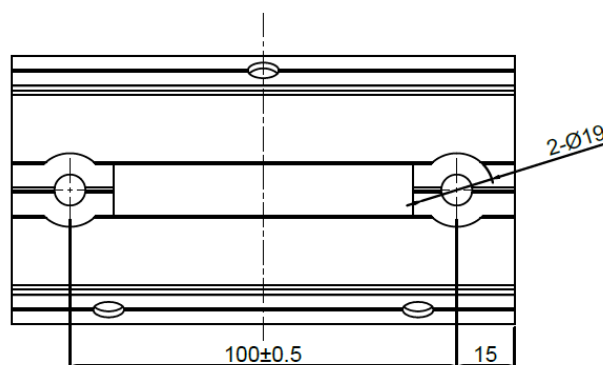


Figure 3 - Rail ISY STEEL : localisation des trous de fixations

La face supérieure du profilé ISY-STEEL est compatible avec les fixations « étriers exter et inter » avec ou sans ressort.

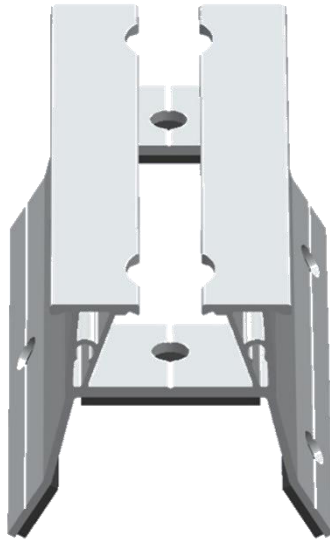


Figure 4 : Profilé ISY-STEEL : vue d'ensemble

### **5-3 Vis de fixation 6,0X38 DS 16 mm**

Les profilés ISY-STEEL sont fixés soit en sommet d'ondes soit dans les nervures des bacs métalliques à l'aide des vis auto-perceuse 6,0x38mm fournies.

Elles sont réalisées bi métal A2, et comporte une rondelle d'étanchéité avec un joint EPDM.

Les fixations sont couvertes par un European Technical Assessment (ETA-23/1031 du 16/05/2024 à la rédaction de ce document.) Se référer aux documents techniques en vigueur.

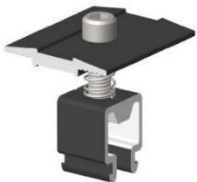


Les dimensions sont présentées dans le plan en Annexe 2 avec la fiche technique de la fixation issue de l'ETA en vigueur.

## **5-4 Étriers de fixations des modules**

Les étriers sont compatibles avec le profilé ISY STEEL.

Ils se déclinent en 2 versions, l'une sans ressort, et l'autre avec ressort.

| Ref. 380068_V3                                                                    | Ref. 380067_V3                                                                    | Ref. 380108                                                                        | Ref. 380109                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Etriers Exter Black                                                               | Etriers Inter Black                                                               | Etriers spring exter black                                                         | Etriers spring inter black -                                                        |
|  |  |  |  |

L'ensemble des étriers est compatible avec des modules d'épaisseurs allant de 30 à 40 mm. Ils sont composés d'éléments en aluminium de nuance AL6005-T5, la visserie et le ressort étant réalisés en acier inoxydable de nuance 1.4301. Les plans côtés se trouvent en Annexe 3, Annexe 4, Annexe 5, Annexe 6 de ce document.

## **6 ACCESSOIRES**

### **6-1 Fixation micro-onduleur**



Cet élément permet de brider un micro-onduleur ou optimiseur sur le rail support. Il vient s'insérer dans la gorge supérieure à l'aide de la vis tête marteau. Il est réalisé en acier inoxydable de nuance 1.4301. Le plan côté se trouve en Annexe 7 de ce document.

## **6-2 Griffes MALT ISY-PV**



Cet élément permet d'effectuer la liaison équipotentielle des masses entre les cadres des modules photovoltaïques adjacents et les rails support. Il vient s'insérer dans la gorge supérieure du rail support, et vient griffer le cadre du module et le rail lors du bridage par les étriers. Il est réalisé en acier inoxydable de nuance 1.4301. Le plan côté se trouve en Annexe 8 de ce document.

## **6-3 Terragrif® universelle**



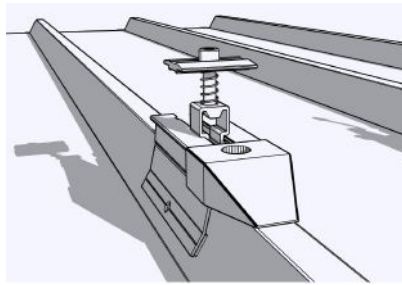
Cet élément permet d'effectuer la liaison équipotentielle des masses entre le cadre des modules photovoltaïques et les rails support. Il vient s'insérer dans le retour de cadre du module, et vient griffer le rail lors du bridage par les étriers. Il est réalisé en acier inoxydable de nuance Inox 301 TA. Le plan côté se trouve en Annexe 9 de ce document.

## **6-4 Dispositif d'arrêt anti-glissement**

### **a) Butée bas de champs**

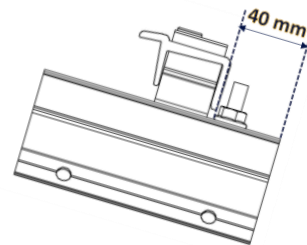
Cet élément sert de butée d'arrêt pour empêcher le glissement des étriers extérieurs lors de la mise en œuvre et offre une sécurité supplémentaire contre le glissement accidentel des modules. Il vient s'insérer par emboîtement dans la lumière du rail au niveau de la fixation basse servant au passage de l'embout de vissage. Il est réalisé en polypropylène.





b) Boulon tête marteau

- En alternative à la butée de bas de champs ISY-STEEL, il peut être utilisé un boulon tête marteau (réf. 380016\_V3) à fixer 40mm du bas du profilé (cf schéma ci-dessous).
- Les caractéristiques de la pièce sont décrites au § 6-1



## **6-5 Modules photovoltaïques**

Le système s'associe à des modules photovoltaïques avec cadre en aluminium anodisés, certifiés par la norme IEC 61215, dont la liste exhaustive est jointe au dossier technique.

## **7 DOMAINE D'EMPLOI**

Le domaine d'emploi est défini comme suit :

- Mise en œuvre en France Métropolitaine
- Projets localisés en plaines, pour des altitudes inférieures à 900m.
- Hors climat de montagne caractérisé
- Zone de vent maximum : 4
- Zone de neige maximum : E
- Procédé réservé aux couvertures visées par les DTU :
  - NF DTU 40.35 : Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues
- Bâtiments visés : bâtiments d'habitation (collectifs ou individuels), bâtiments industriels, tertiaires ou agricoles
- Pose en mode Paysage
- Atmosphère extérieure rurale non polluée, industrielle normale, sévère ou marine

- Installation sur toitures froides ventilées ou toitures chaudes conformément aux différents cas prévus dans le DTU 40.35.
- Uniquement dans les locaux à faible et moyenne hygrométrie, en ambiance saine
- Zone sismique : jusqu'à zone 4 (pour bâtiments de catégorie d'importance III).
- Réalisation de versants complets ou partiels
- Caractéristiques imposées par la couverture :
  - Mise en œuvre pour plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues
    - Pente admissible : se référer au tableau n°1 du DTU 40.35 P1-1
    - La longueur de rampant est également décrite dans le tableau n°1 du DTU 40.35 P1-1, en fonction de la pente du toit.
- Le champ PV ne doit pas dépasser les limites de couverture en rive, à la gouttière comme au faîtage
- Aucune fixation ne doit être effectuée dans les nervures de rive.
- La longueur de l'installation dans le sens du rampant ne pourra pas dépasser 15m. Au-delà, une interruption est effectuée pour la libre dilatation thermique des composants.
- L'installation PV ne pourra pas dépasser 25m au faîtage par rapport au niveau du sol environnant le plus bas
- Possibilité de mise en œuvre sur des bâtiments type ERP sous réserve de la prise en compte et du respect :
  - De l'avis de la commission de sécurité
  - De la doctrine départementale du SDIS
  - La norme 15-712
  - Textes réglementaires en vigueur

## **8 RISQUES DE CONDENSATION, VENTILATION EN TOITURE**

### **Gestion de la condensation.**

Le procédé ISY STEEL est destiné à être mis en œuvre sur des toitures en bacs nervurées métalliques conforme au DTU 40.35, que ce soit en toitures chaudes ou en toitures froides.

Le procédé n'engendre pas de risques supplémentaires de condensation par rapport aux toitures traditionnelles réalisées selon le DTU 40.35.

### **8-1 Toitures froides**

Les toitures froides, au sens du DTU 40.35, sont sujettes en fonction des variations thermiques, hygrométriques et climatiques à un risque important de condensation en sous face du bac métallique. Quel que soit la typologie de toitures froides réalisées (fermé non isolée ou fermé isolée) il y a lieu d'employer un feutre régulateur de condensation en sous face du bac métallique et de respecter les sections de ventilation (à l'égout et au faîtage) suivantes :

| Type de bâtiment                                                                                                                       | Hygrométrie         | Section minimale des entrées ou sorties d'air              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|
| Bâtiment fermé non isolé                                                                                                               | toutes              | <b>1/500e</b> de la surface projetée du versant considéré  |
| Bâtiment fermé isolé sous pannes<br>Épaisseur de la lame d'air continue entre l'isolant et la sous-face du support de couverture = 4cm | faible hygrométrie  | <b>1/2000e</b> de la surface projetée du versant considéré |
|                                                                                                                                        | moyenne hygrométrie | <b>1/1000e</b> de la surface projetée du versant considéré |

Tableau 2 - Section de ventilation des toitures froides

Il est rappelé également que la section de chaque série d'ouverture ne doit pas dépasser 400cm<sup>2</sup>/ml.

## **8-2 Toitures chaudes**

Le DTU 40.35 traite également des toitures chaudes (toitures isolées en sous-face des bacs métalliques et caractérisées par l'absence de lame d'air ventilée entre la sous face du bac et l'isolation) et précise les différents types de toitures chaudes :

- Isolation sur pannes
- Isolation entre pannes avec lame d'air non ventilée
- Isolation entre pannes sans lame d'air
- Isolation à trames parallèles

L'adéquation des typologies de toitures chaudes en fonction de l'hygrométrie des locaux est donnée ci-dessous :

| Type de toiture | Type d'isolation |                              | Hygrométrie des locaux |         |
|-----------------|------------------|------------------------------|------------------------|---------|
|                 |                  |                              | faible                 | moyenne |
| Chaude          | Sur panne        |                              | oui*                   | x*      |
| Chaude          | Entre pannes     | avec lame d'air non ventilée | oui                    | non     |
|                 |                  | sans lame d'air              | oui                    | non     |
| Chaude          | Trame parallèle  |                              | oui                    | oui     |

\* Relève de l'Avis Technique (AT)

x Sous réserve de l'AT favorable à la moyenne hygrométrie

Tableau 3 - Toitures chaudes et hygrométrie des locaux

## **9 CONDITIONS PREALABLES DE POSE**

La mise en œuvre est détaillée dans le document ISY-STEEL – Notice de montage - V1 - 17032026.

Ce document est disponible en téléchargement sur le site internet <https://www.isy-pv.com/telechargement/>, ou par simple demande auprès de la société ISY-PV ([contact@isy-pv.com](mailto:contact@isy-pv.com))

Par ailleurs, l'installateur devra respecter les notices d'installation et de mise en œuvre propres à chacun des modules PV (zones d'accroches des modules cadrés).

La structure porteuse doit répondre aux critères suivants :

- La charpente doit être calculée en prenant en compte le poids propre de la structure et des panneaux photovoltaïques
- La structure porteuse doit prendre en référence les codes de calculs retenus (NF DTU et règles professionnelles en vigueur.
- La structure porteuse est calculée selon les règles Eurocodes.

Les largeurs d'appuis des bacs de couverture métallique devront être conformes aux dispositions du DTU 40.35 à savoir :

- Pannes Acier : largeur d'appui minimale 40mm, épaisseur minimale 1.5mm
- Pannes Bois : largeur d'appui minimale 60mm, hauteur minimale 80mm

Dans le cas d'une intégration photovoltaïque partielle, l'installation est toujours mise en œuvre du faitage à l'égout en raccordement latéral avec une couverture en bacs nervurés conformes au NF DTU 40.35.

L'installateur devra en outre vérifier la compatibilité et l'état de la structure porteuse sur laquelle se repose le système. Ceci inclus, de manière non exhaustive, l'empannage (entraxe des pannes, section des poutres, état de vétusté), la vérification des fixations, ...

Il conviendra également de vérifier la stabilité de la structure porteuse sous l'effet des charges horizontales et le cas échéant d'apporter les corrections nécessaires à la structure des bâtiments existants et de la prévoir dans les bâtiments neufs. La déformation du plan de couverture est limitée à 1/500<sup>ème</sup> sur le plan global.

La mise à la terre devra répondre aux exigences du guide UTE C15-712.

La hauteur du champ photovoltaïque ne peut dépasser 15m. Au-delà, il convient de prendre des dispositions relatives aux phénomènes de dilatations.

L'installateur se doit de vérifier que les tôles aciers nervurées puissent supporter les descentes de charges découlant du champ photovoltaïque au travers du profilé et de ses fixations.

Ceci inclus notamment :

- Le poids propre des éléments constituant le système et les modules photovoltaïques
- Les calculs de charges climatiques selon les règles en vigueur.

Le cas échéant, il doit être effectué une correction ou un renforcement de la structure au préalable pour pouvoir accueillir le champ photovoltaïque, ou une modification du calepinage.

Le dimensionnement de l'installation complète peut être effectuée par l'assistance technique du fournisseur ou via un bureau d'études structure compétent et habilité.

L'installateur doit également procéder à une vérification des éléments de couvertures présents quant à leur pleine capacité d'assurer leur fonction d'étanchéité, et ce, avant même de procéder à l'installation photovoltaïque. Le cas échéant il doit procéder au remplacement des éléments de couverture défectueux.

Avant la mise en œuvre du procédé, l'installateur doit vérifier l'équerrage et la planéité de la charpente et/ou de la couverture, et toute anomalie pouvant nuire à l'installation du champ photovoltaïque.

## 9-1 Mise en œuvre des bacs d'aciers nervurés

La mise en œuvre des bacs métalliques doit être conforme au DTU 40.35, excepté les mesures complémentaires suivantes (quel que soit la zone climatique et la situation du projet) :

- Recouvrement transversal :

Le recouvrement transversal entre deux bacs nervurés doit se faire au droit d'un appui et sur une longueur conforme aux dispositions du DTU 40.35

**Recouvrement transversal minimum selon DTU 40.35**

| Complément d'étanchéité (C.E.)* : | Sans C.E.*      |         |                                | Avec C.E.*   |
|-----------------------------------|-----------------|---------|--------------------------------|--------------|
| Pente                             | Zone climatique |         |                                | Toutes zones |
|                                   | Zone I          | Zone II | Zone III                       |              |
| 7% ≤ pente < 10%                  | 300mm           |         | Cas non prévu par le DTU 40.35 | 150 à 200mm  |
| 10% ≤ pente < 15%                 | 200mm           |         | 300mm                          |              |
| pente ≥15%                        | 150mm           |         | 200mm                          |              |

\* Complément d'étanchéité conforme NF P 30-305 selon DTU 40.35. La mise en œuvre des compléments d'étanchéité doit être conforme aux dispositions du DTU 40.35

La pose d'un complément d'étanchéité (selon NF P 30-305) est nécessaire au niveau de chaque recouvrement transversal des plaques nervurées, dès lors que la pente de toiture est inférieure ou égale à 15%.

- Recouvrement longitudinal :

Le recouvrement longitudinal est donné par l'emboîtement de la nervure de rive « emboîtant » sur la nervure de rive « emboîtée » de la plaque nervurée précédente. Il est effectué dans le sens opposé aux vents de pluie dominants.

Pour les pentes de toit inférieures ou égales à 15% :

- Si la longueur du rampant dépasse 20m, la pose d'un complément d'étanchéité (selon NF P 30-305) est requise au niveau de chaque recouvrement longitudinal.

En tout état de cause les longueurs et pentes des couvertures métalliques doivent respecter les indications du DTU 40.35.

- Fixations des bacs nervurés

La fixation des bacs nervurés est réalisée avec des cavaliers munis de rondelles d'étanchéité et de vis compatibles avec la nature des pannes.

La fixation des bacs se fait toujours en sommet d'onde et dans l'axe des pannes. L'utilisation de fixations RODEO de la société SFS (fixations des bacs métalliques en sommet de nervures sans cavaliers) est également possible.

Il est rappelé que les fixations RODEO de la société SFS sont couvertes par une Enquête de Technique Nouvelle (merci de consulter ce document pour toutes questions relatives à cette fixation)

Il est rappelé également que le principe du rail ISY-STEEL est de « passer au-dessus des cavaliers » permettant de s'affranchir de tout calepinage fastidieux du champ photovoltaïque et nécessitant de « déplacer » des fixations des bacs nervurés.

La répartition des fixations est conforme au DTU 40.35 à savoir :

- Rives du bâtiment sur 1m de large : fixation sur toutes les nervures
- Pannes faitières et avant faitières : fixation sur toutes les nervures
- Pannes sablières et avant sablières : fixation sur toutes les nervures
- Recouvrement transversal de 2 bacs : fixation sur toutes les nervures
- Recouvrement longitudinal de 2 bacs : fixation sur toutes les nervures
- En partie courante : fixations en quinconce, 1 nervure sur 2

Le plan de fixation des bacs métalliques est illustré à la figure ci-dessous :

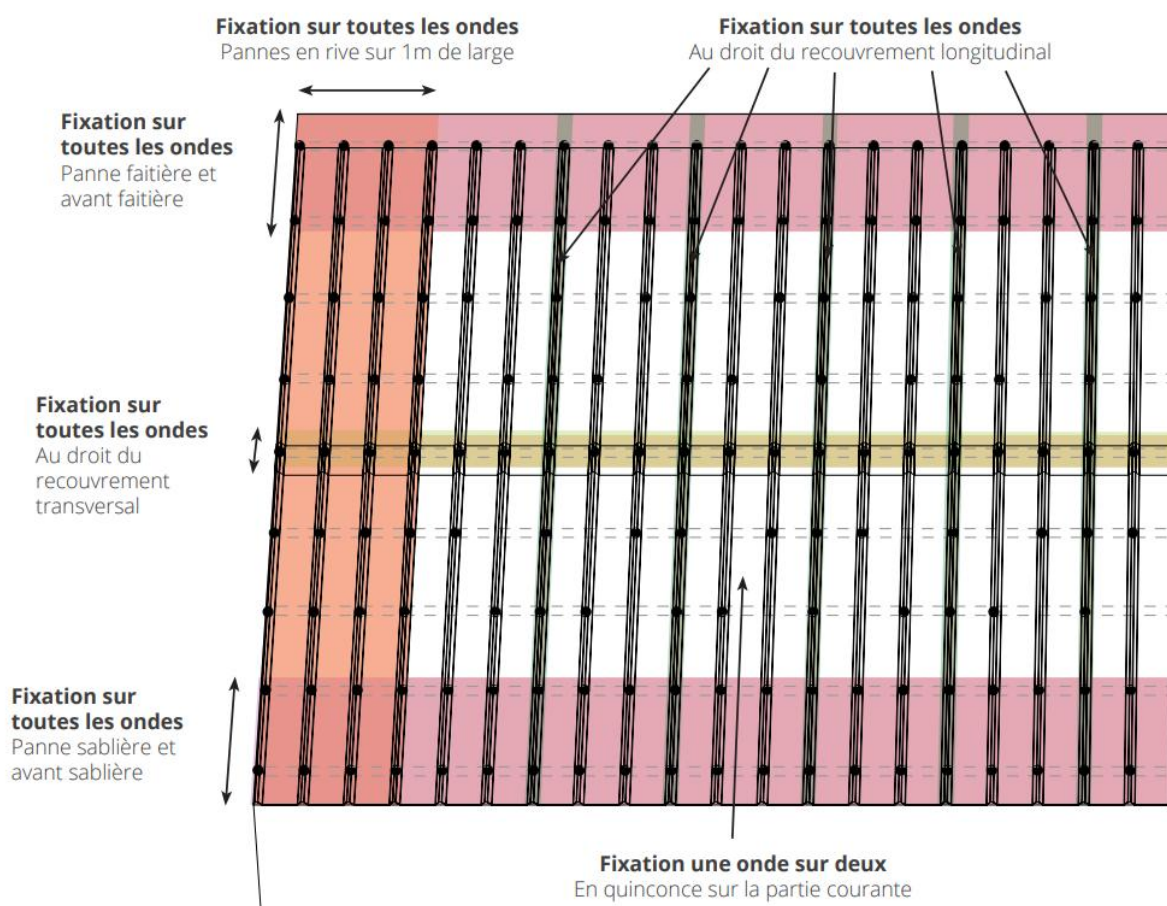


Figure 5 - Répartition des fixations des bacs métalliques

Les nervures en rives du bâtiments (nervures non supportées) doivent être soutenus par des pontets d'ondes à la forme du profil.

Les pliages de finition sont mis en œuvre en même temps que les plaques de couverture.

La fixation des accessoires de couverture est commune et de même type que celles des plaques de couvertures.

L'utilisation de rondelle d'appui et d'étanchéité est conseillée pour la fixation des pliages de finition en sommet de nervures des plaques métalliques.

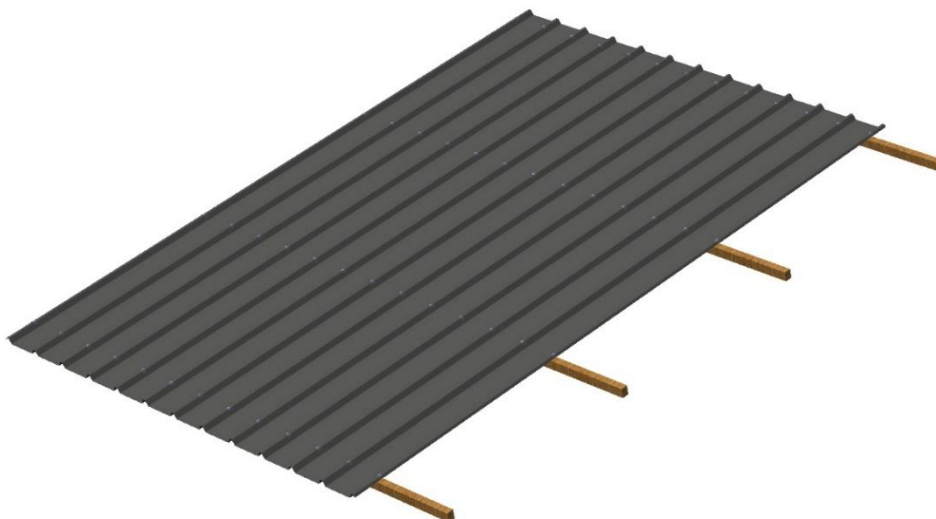
Les recouvrements entre deux pliages de fixation est d'au minimum 100 mm.



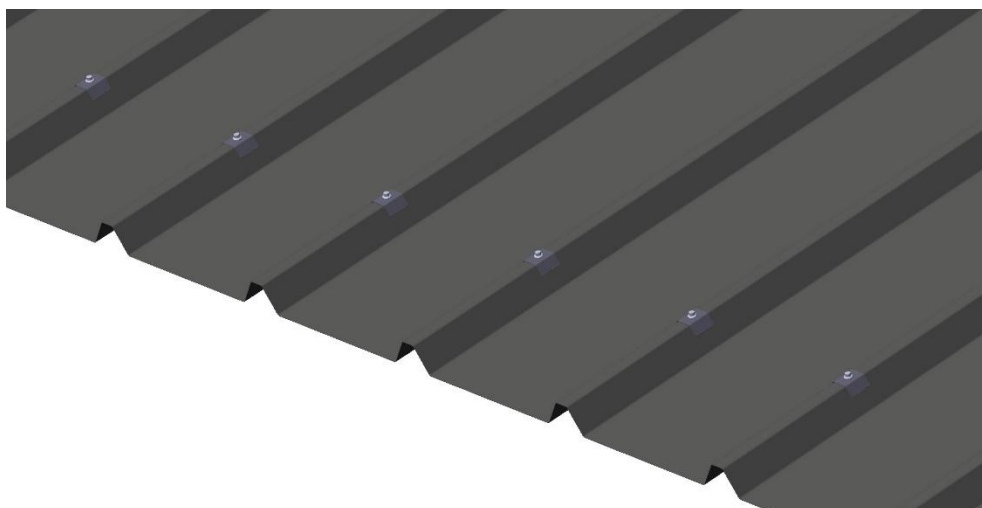
## **10 MISE EN ŒUVRE DU PROCÉDÉ ISY STEEL**

### **10-1 Prérequis de la couverture**

La mise en œuvre du procédé ISY STEEL ne peut se faire que si la couverture est intégralement fixée à la structure et que la fonction clos/couvert de l'enveloppe métallique est réalisée.



*Figure 6 : Vue d'ensemble d'une toiture composée de bac nervuré*



*Figure 7 : Vue de détail sur nervure de bac et cavalier + fixations*

## 10-2 Calepinage du champ photovoltaïque

La pose se fait uniquement en mode paysage.

La zone de fixation des modules photovoltaïques correspond à l'entraxe des rails, eux-mêmes alignés sur les entraxes des bacs aciers référencés.

Le calepinage des panneaux photovoltaïques devra prendre en compte cette zone de fixations et également être positionné selon le principe suivant :

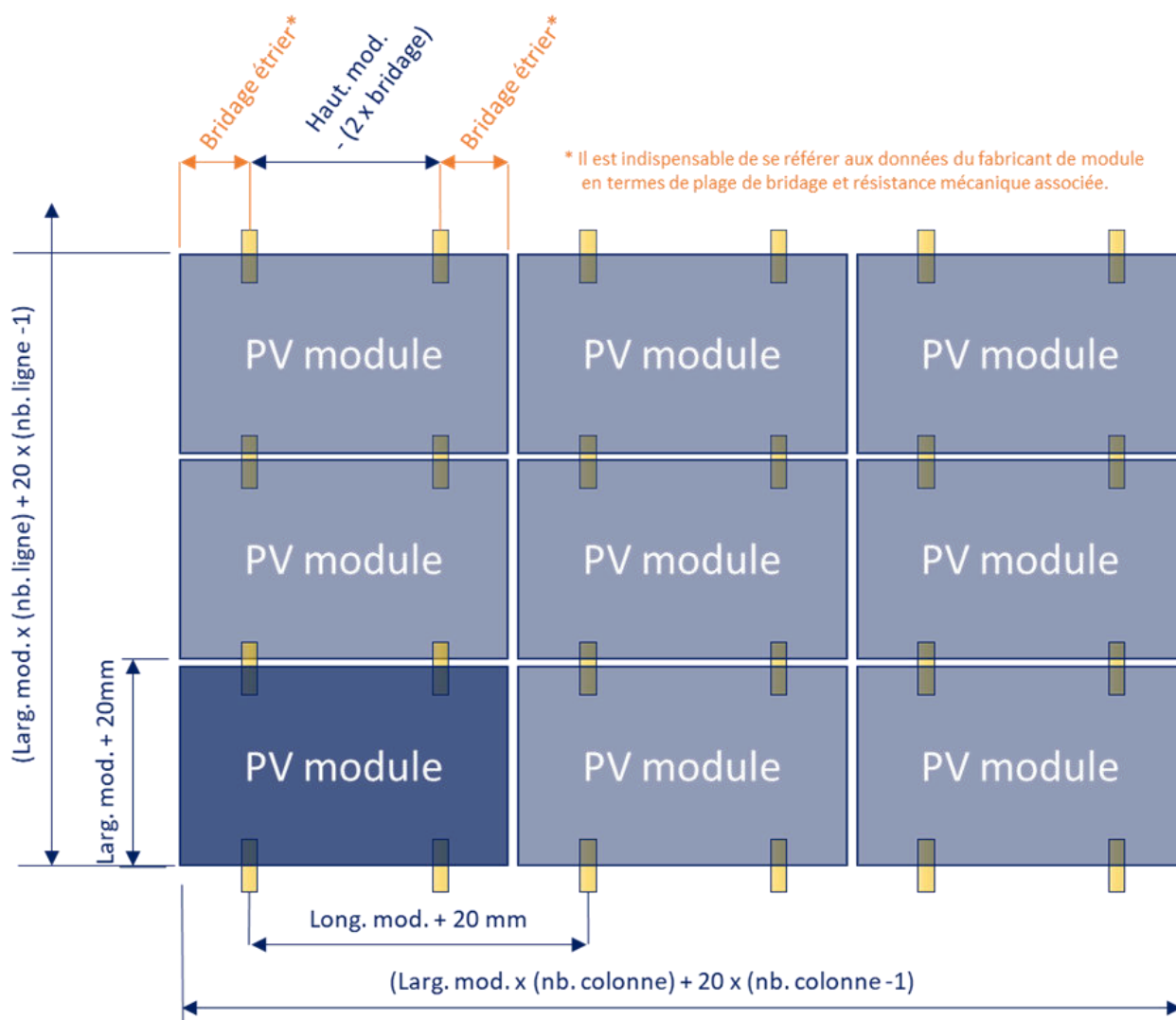
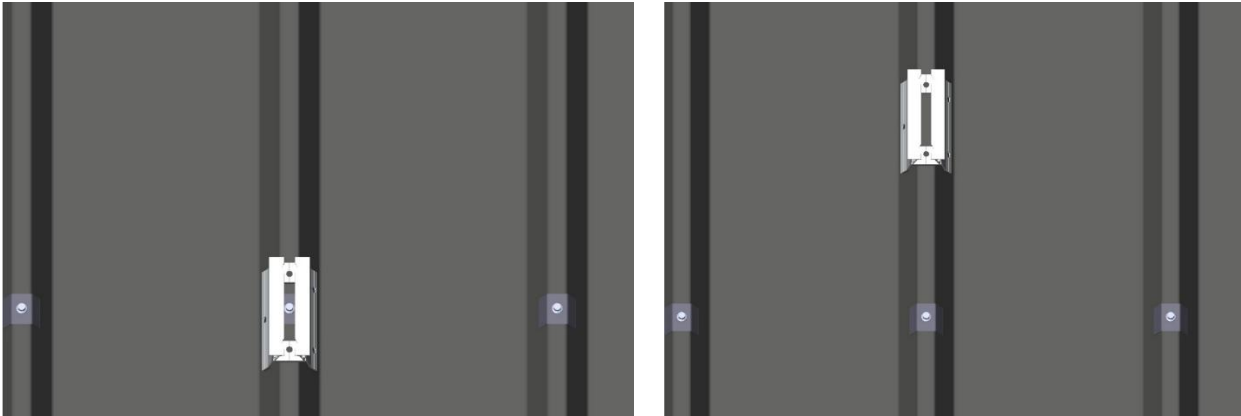


Figure 8 : Schéma de principe de calepinage

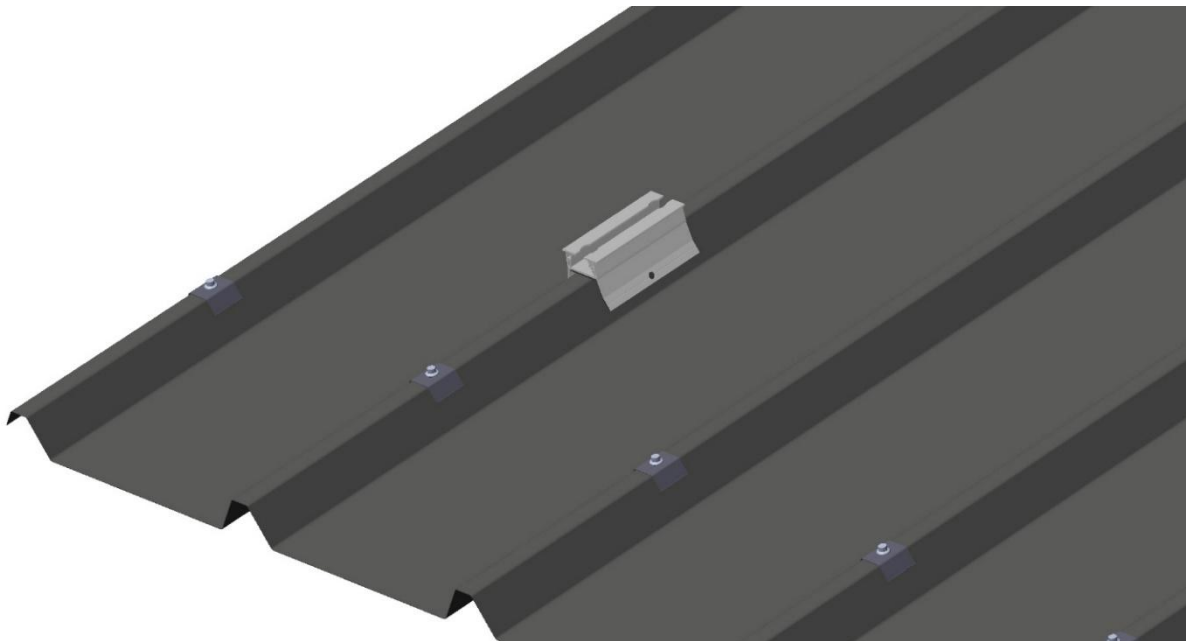


### **10-3 Pose des rails ISY-STEEL**

Il est rappelé que le rail ISY STEEL permet de passer au-dessus des cavaliers des bacs nervurés et ainsi s'affranchir d'un calepinage exhaustif du champ solaire.



*Figure 9 : Positionnement du rail ISY-STEEL au-dessus du cavalier (à gauche) ou à côté (à droite)*



*Figure 10 : Rail ISY-STEEL sur le profil du bac*

L'espace entre module est conditionné par les étriers intermédiaires, soit 20mm.

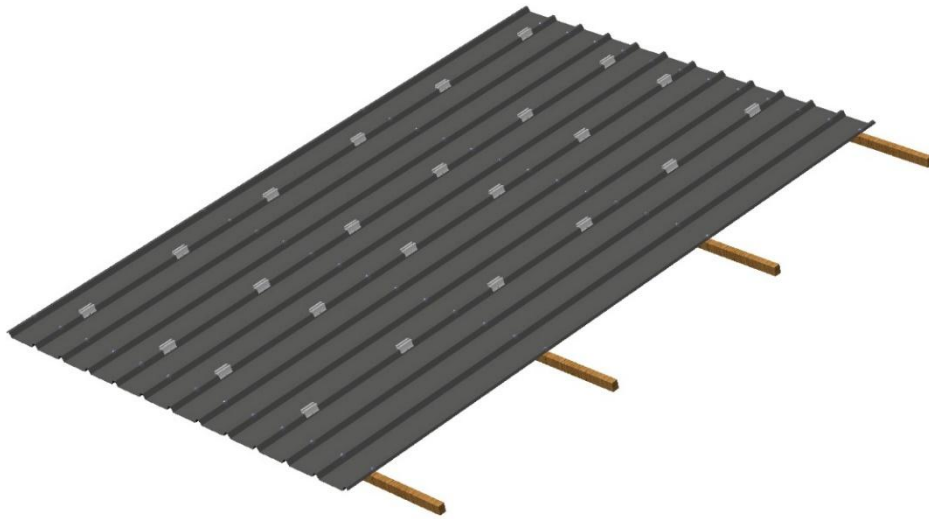


Figure 11 : Vue d'ensemble des rails ISY-STEEL sur toiture en bac nervuré

Le couple de serrage pour fixation des rails :

- Pour les bacs 75/100ème et plus: 3 N.m
- Pour les bacs 63/100ème : 2 N.m

Les rails sont fixés sur les bacs nervurés à l'aide de vis référencés dans ce document 6,0X38 DS 16 mm.

Les rails ISY STEEL sont fixés par l'intermédiaire d'au minimum 2 fixations et au maximum 5 fixations : 2 trous pour une fixation en sommet de nervures et 3 trous pour une fixation sur les côtés de la nervure.

La détermination du nombre de fixation est fournie par l'outil de dimensionnement ISY-PV, en fonction des charges climatiques (cf. §11)

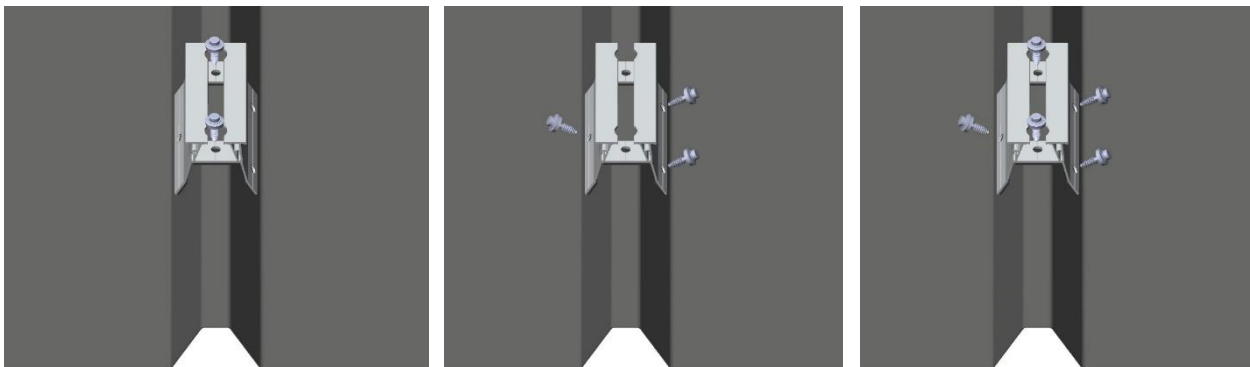
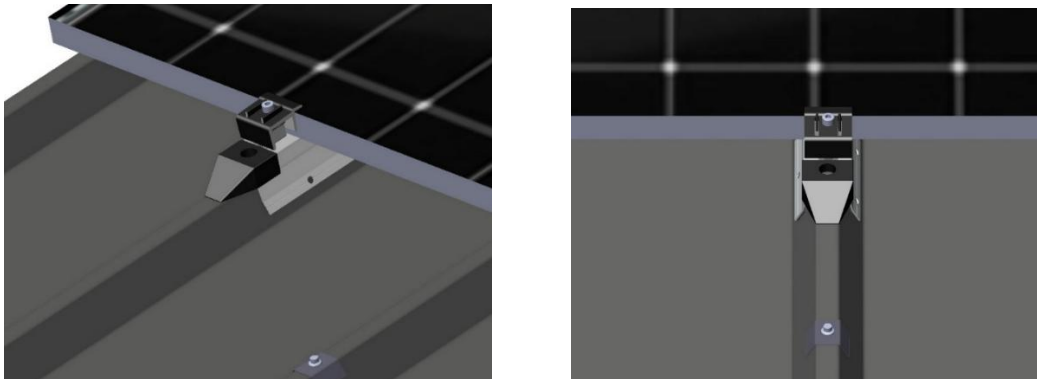


Figure 12 : Fixation du rail par 2 vis en sommet d'ondes (gauche), par 3 vis sur les côtés (centre) ou par 5 vis sur le sommet et sur les côtés (droite)

#### **10-4 Mise en place des panneaux photovoltaïques**

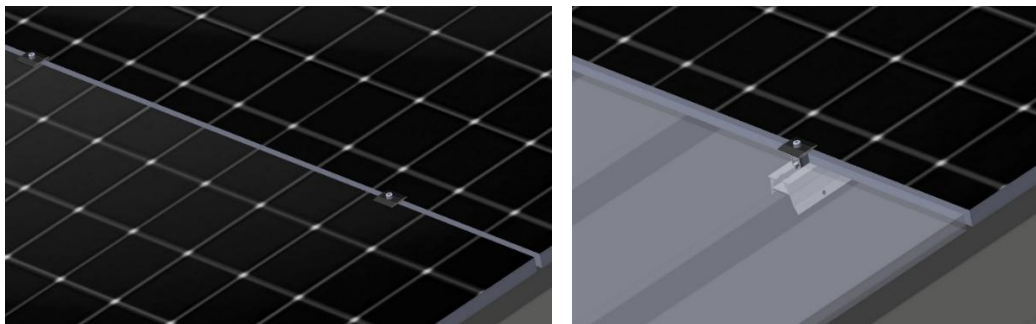
En extrémité du champ photovoltaïque il y a nécessité de mettre en place une butée d'extrémité sur chaque rail afin de bloquer l'étrier d'extrémité et assurer la stabilité des panneaux photovoltaïques dans le plan de la toiture.

Cette butée d'extrémité est clipsée / maintenue par l'intermédiaire des ouvertures de diamètre 19mm prévu dans le rail.

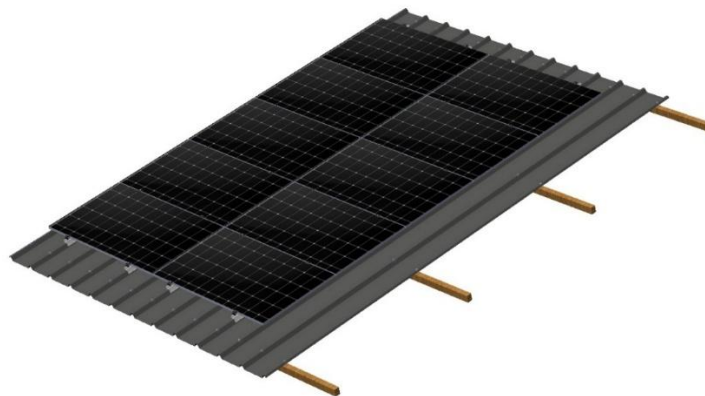


*Figure 13 : vues de détail de la butée d'extrémité et de l'étrier extérieur*

Les panneaux photovoltaïques sont bridés sur les rails à l'aide des étriers exter et inter.  
Le couple de serrage des étriers est de 4,5 N.m



*Figure 14 : Vues de détail de l'étrier intermédiaire*



*Figure 15 : Vue d'ensemble des rails ISY-STEEL avec panneaux photovoltaïques sur bac nervuré*

## **11 JUSTIFICATIONS MECANQUES DU PROCEDE**

### **11-1 Généralités**

L'ouvrage de couverture photovoltaïque ne participe pas à la stabilité du système.

La stabilité du procédé n'est assurée que pour des structures porteuses sous-jacentes dimensionnées conformément aux Eurocodes (actions locales et globales) selon les hypothèses retenues ci-après :

- Le zonage est conforme à celui indiqué dans les Eurocode (EN 1990 et EN 1991 ainsi qu'aux annexes nationales correspondantes) ou dans le modificatif n°4 des règles NV65
- Pour les effets de la neige – limitations d'emploi du système :
  - Mise en œuvre possible pour toutes les régions de neige (A1 à E)
  - Site normal d'exposition au vent ( $c_e=1,00$  en référence au §5.2 de la NF EN 1991-1-3)
  - Pas d'effet thermique accélérant la fonte de la neige ( $c_t= 1.00$  en référence au §5.2 de la NF EN 1991-1-3)
  - Pas d'accumulation de neige en bord de toiture
  - $\mu_1=0.8$  ( $\mu_2$  est à utiliser pour des toitures à versants multiples) et altitudes inférieures à 900m.
  - Pour tout projet ne respectant les points antérieurs, il convient de réaliser une étude spécifique pour la détermination des charges de neige du projet, en accord avec les règles de calcul de la norme NF EN 1991-1-3
- Pour les effets du vent – limitations d'emploi du système :
  - Mise en œuvre dans les zones de vent de 1 à 4
  - Mise en œuvre pour les bâtiments localisés en catégories de terrain 0, II, IIIa, IIIb et IV
  - Mise en œuvre pour des projets non soumis à des augmentations de vitesses de vent liées à l'orographie du terrain
  - Mise en œuvre pour des projets non soumis à des augmentations de vitesses de vent liées à la présence de constructions avoisinantes de grandes dimensions.
  - $C_{dir}= 1$  et  $C_{season} = 1$
  - $V_b = V_{b,0}$
  - $C_s C_d=1$
  - $C_f=1$  coefficient de force
  - Pour tout projet ne respectant les points antérieurs, il convient de réaliser une étude spécifique pour la détermination des charges de neige du projet, en accord avec les règles de calcul de la norme NF EN 1991-1-4
- L'ensemble de la sous structure doit être dimensionnée conformément aux dispositions des normes en vigueur
- La toiture du bâtiment doit être de type à un ou deux versants (les toitures shed sont admises et assimilées aux toitures à un versant).
- Les préconisations des fabricants de modules photovoltaïques doivent être prises en compte en termes de fixation. L'installateur doit se reporter au manuel d'installation et s'assurer que le mode de fixation est respecté (notamment en termes de position par rapport au cadre).

Les charges climatiques en toiture des procédés photovoltaïques peuvent être déterminé suivant les principes du cahier CSTB 3803\_V2- Juin 2022 (Procédés photovoltaïques sous Avis Technique mis en œuvre en toiture - Vérification simplifiée des charges climatiques en toiture)

Les Annexes 11 et Annexe 12 donnent pour information, les valeurs des charges climatiques selon le cahier CSTB 3803\_V2

## **11-2 Valeurs Caractéristiques du système**

Les valeurs ci-dessous sont déterminées à partir d'essais de flexion selon la norme NF-P 34-503 de novembre 1995 adaptés en termes de répartition des charges aux modes de sollicitation induits par la présence de panneau photovoltaïque (diffusion de charge répartie en charges ponctuelles).

La détermination des performances du procédé prend en compte également les clauses mentionnées dans le paragraphe 5.1.2 du cahier CSTB 3817 d'Octobre 2020 à savoir :

- Charges de montage  $q = 100 \text{ daN/m}^2$  et  $F = 200 \text{ daN/ml}$
- Vérification en répartition élastique

### 11-2-1 Système Parisienne (Ateliers 3S) + Rail ISY STEEL

|                      | Caractéristiques                                        |      | Montage | Service (Bac + SIPV) |
|----------------------|---------------------------------------------------------|------|---------|----------------------|
|                      | Epaisseur                                               |      | 0.63mm  | 0.63mm               |
| Charges Descendantes | Moment d'inertie Travée Simple (cm <sup>4</sup> /ml)    | I2   | 19.18   | 10.27                |
|                      | Moment d'inertie 2 travées égales (cm <sup>4</sup> /ml) | I3   | 15.04   | 7.63                 |
|                      | Moment d'inertie en continuité (cm <sup>4</sup> /ml)    | Im   | 17.11   | 8.95                 |
|                      | Moment de flexion en travée (m.daN/ml)                  | Md2T | 143.79  | 99.50                |
|                      | Moment de flexion sur appui (m.daN/ml)                  | Md3A | 150.87  | 44.73                |
|                      | Réaction sur appui (daN/ml)                             | Rd   | 770.97  | 453.39               |
| Charges Ascendantes  | Moment de flexion en travée (m.daN/ml)                  | Ma2T | 124.21  | 146.52               |
|                      | Moment de flexion sur appui (m.daN/ml)                  | Ma3A | 144.82  | 61.29                |
|                      | Effort d'arrachement sur appui (daN/ml)                 | Sar  | 548.89  | 229.93               |

Les performances du procédé bac nervuré Parisienne + rail ISY STEEL + panneaux photovoltaïques sont données dans les tableaux suivants. Pour tout autre cas, un calcul des charges climatiques devra être mené afin de vérifier les performances du système d'intégration que ce soit en charges ascendantes ou en charges descendantes.

| Charges d'exploitation non pondérées daN/m <sup>2</sup> | Charges descendantes |          |          | Charges ascendantes (toutes nervures fixées) |          |          |
|---------------------------------------------------------|----------------------|----------|----------|----------------------------------------------|----------|----------|
|                                                         | 2 appuis             | 3 appuis | 4 appuis | 2 appuis                                     | 3 appuis | 4 appuis |
| 50                                                      | 1,85                 | 2,00     | 2,00     | 1,85                                         | 2,00     | 2,00     |
| 75                                                      | 1,85                 | 1,70     | 1,85     | 1,85                                         | 1,70     | 1,85     |
| 100                                                     | 1,85                 | 1,50     | 1,65     | 1,85                                         | 1,50     | 1,65     |
| 125                                                     | 1,85                 | 1,35     | 1,45     | 1,70                                         | 1,35     | 1,45     |
| 150                                                     | 1,80                 | 1,25     | 1,35     | 1,45                                         | 1,15     | 1,25     |

#### 11-2-2) Système bac 3.45.333 S280 + Rail ISY STEEL

|                      | Caractéristiques                                        |                  | Montage | Service (Bac + SIPV) |
|----------------------|---------------------------------------------------------|------------------|---------|----------------------|
|                      | Epaisseur                                               |                  | 0.63mm  | 0.63mm               |
| Charges Descendantes | Moment d'inertie Travée Simple (cm <sup>4</sup> /ml)    | I <sub>2</sub>   | 20,38   | 8,40                 |
|                      | Moment d'inertie 2 travées égales (cm <sup>4</sup> /ml) | I <sub>3</sub>   | 13,87   | 7,28                 |
|                      | Moment d'inertie en continuité (cm <sup>4</sup> /ml)    | I <sub>m</sub>   | 17,12   | 7,84                 |
|                      | Moment de flexion en travée (m.daN/ml)                  | Md <sub>2T</sub> | 135,47  | 67,92                |
|                      | Moment de flexion sur appui (m.daN/ml)                  | Md <sub>3A</sub> | 157,92  | 35,77                |
|                      | Réaction sur appui (daN/ml)                             | Rd               | 698,32  | 306,71               |
| Charges Ascendantes  | Moment de flexion en travée (m.daN/ml)                  | Ma <sub>2T</sub> | 123,71  | 261,73               |
|                      | Moment de flexion sur appui (m.daN/ml)                  | Ma <sub>3A</sub> | 130,00  | 35,46                |
|                      | Effort d'arrachement sur appui (daN/ml)                 | Sar              | 534,24  | 225,03               |

Les performances du procédé bac nervuré 3.45.333 S280 + rail ISY STEEL + panneaux photovoltaïques sont données dans les tableaux suivants. Pour tout autre cas, un calcul des charges climatiques devra être mené afin de vérifier les performances du système d'intégration que ce soit en charges ascendantes ou en charges descendantes.

| Charges d'exploitation non pondérées daN/m <sup>2</sup> | Charges descendantes |          |          | Charges ascendantes (toutes nervures fixées) |          |          |
|---------------------------------------------------------|----------------------|----------|----------|----------------------------------------------|----------|----------|
|                                                         | 2 appuis             | 3 appuis | 4 appuis | 2 appuis                                     | 3 appuis | 4 appuis |
| 50                                                      | 1,75                 | 1,85     | 2,00     | 1,75                                         | 1,85     | 2,00     |
| 75                                                      | 1,75                 | 1,55     | 1,65     | 1,75                                         | 1,55     | 1,65     |
| 100                                                     | 1,75                 | 1,35     | 1,45     | 1,75                                         | 1,35     | 1,45     |
| 125                                                     | 1,65                 | 1,20     | 1,30     | 1,65                                         | 1,20     | 1,30     |
| 150                                                     | 1,55                 | 1,10     | 1,20     | 1,50                                         | 1,10     | 1,20     |

### **11-3 Valeurs Caractéristiques en arrachement du procédé**

Le procédé composé de nervures des tôles d'acier, rail, étrier et fixations 6.0x38 ont été caractérisés en arrachement.

Plusieurs configurations ont été testé :

- 2 fixations en sommet de nervures
- 3 fixations sur les côtés de la nervure
- 2 fixations en sommet de nervures et 3 fixations sur les côtés.

Ci-dessous les valeurs caractéristiques de ces différentes configurations :

| Disposition Fixation                                | Valeurs caractéristiques d'arrachement |          |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|----------|
| 2 fixations sur le dessus                           | <b>2220</b>                            | <b>N</b> |
| 3 fixations sur le côté                             | <b>3080</b>                            | <b>N</b> |
| 2 fixations sur le dessus + 3 fixations sur le côté | <b>3160</b>                            | <b>N</b> |

### **11-4 Valeurs Caractéristiques en arrachement de l'étrier**

La valeur maximale en arrachement du rail et de l'étrier (indépendant de la nervure du bac acier et des fixations) a été caractérisé. La ruine du couple Rail + Etrier a été observé à 7070N.

## **12 SECURITE INCENDIE ET ELECTRIQUE DU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE**

### **12-1 Sécurité Incendie :**

Le classement au feu du procédé est visé selon les termes de l'arrêté du 21 novembre 2002 (réaction au feu des produits de construction et d'aménagement) et l'arrêté du 14 février 2003 (performance des toitures et couvertures de toiture exposées à un incendie extérieur.)

Il est rappelé que les tôles d'acier nervurées visées dans ce document sont classées :

- Selon l'arrêté du 14 février 2003 : performance au feu extérieur Broof(t3)
- Selon l'arrêté du 21 novembre 2002 : réaction au feu A1.

Il est également rappelé que les matériaux composant le procédé d'intégration des panneaux (rails, étriers, fixations...) sont en matériaux incombustibles au sens de l'arrêté du 21 novembre 2002.

### **12-2 Sécurité Electrique :**

Les dispositions de la norme UTE C15-712 seront prises en compte par l'installateur.

Les éléments communiqués pour les différents modules permettent de confirmer que ces derniers sont conformes aux normes EN 61 215 et EN 61 730 (garantie des performances électriques et thermiques : classe A selon NF EN 61 730 jusqu'à 1000 V DC).

Les modules photovoltaïques sont équipés de connecteurs débrochables, classés IP 65 et de classe A.

La liaison équipotentielle des masses entre le champ photovoltaïque et la prise de terre est réalisée avec un câble jaune/vert de section adaptée.

La liaison équipotentielle des masses entre les modules photovoltaïques est réalisée par l'intermédiaire de la griffe de mise à la terre fournie par ISY-PV (réf. 380057), ou de tout autre dispositif conforme aux règles de sécurité électrique en vigueur.

Les câbles ou dispositifs de mise à la terre étant mis en œuvre avant la pose des panneaux, cela suppose une intervention conjointe de l'électricien et de l'installateur de la structure du champ.

## **13 FABRICATION**

Les composants du procédé d'intégration photovoltaïque sont produits par des fournisseurs dotés d'une certification qualité ISO 9001 :2005 (cf Annexe 10).



## **14 AVIS TECHNIQUE DE SUD EST PREVENTION**

Compte tenu de l'ensemble des éléments présentés ci avant, **SUD EST PREVENTION émet un AVIS FAVORABLE sur le procédé ISY-STEEL proposé par la société SAS ISY-PV associé aux panneaux photovoltaïques rappelés en annexe au présent rapport et faisant l'objet de la présente Enquête de Technique Nouvelle, moyennant le respect des prescriptions du Dossier Technique du demandeur.**

Le présent rapport d'Enquête de Technique Nouvelle constitue un ensemble indissociable du Dossier Technique précité.

Notre avis est accordé pour une période allant jusqu'au 02 avril 2029.

### **Cet avis deviendrait caduc si :**

- a) un Avis Technique du CSTB était obtenu dans cet intervalle de temps
- b) une modification non validée par nos soins était apportée au procédé
- c) des évolutions réglementaires ayant une conséquence sur le procédé intervenaient
- d) des désordres suffisamment graves étaient portés à la connaissance de SUD EST PREVENTION.

### **La société SAS ISY-PV devra obligatoirement signaler à SUD EST PREVENTION :**

- a) toute modification apportée dans le Dossier Technique examiné,
- b) tout problème technique rencontré
- c) toute mise en cause relative à ce procédé dont elle ferait l'objet.

Fait à Entraigues, le 02 avril 2026

L'Ingénieur, Chargé d'affaire  
Patrice RONNEL

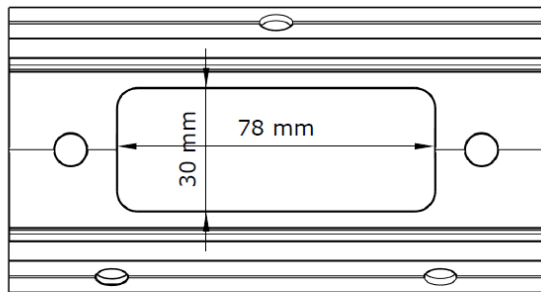
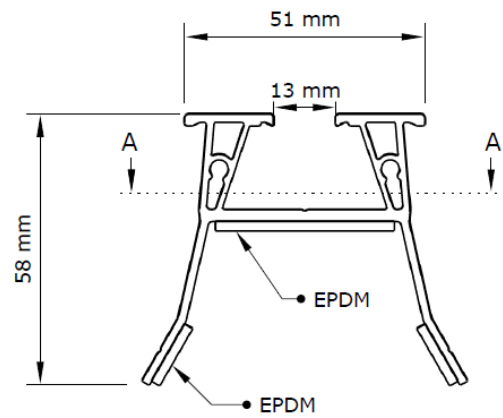
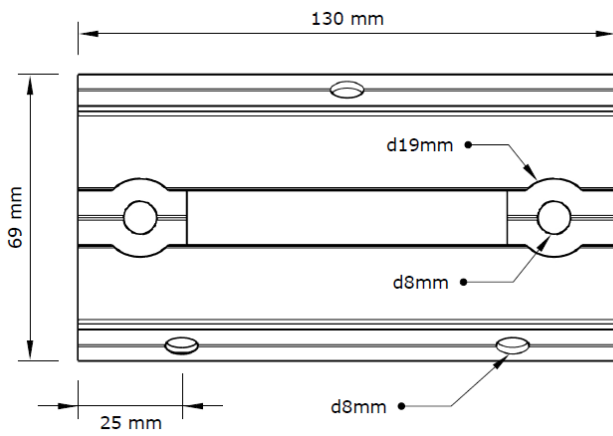


**SUD EST PREVENTION**  
1834 route d'Avignon 84320 ENTRAIGUES  
Tel : 04 90 39 45 63  
Mail : [avignon@sudestprevention.com](mailto:avignon@sudestprevention.com)  
SIRET 432 753 911 00044

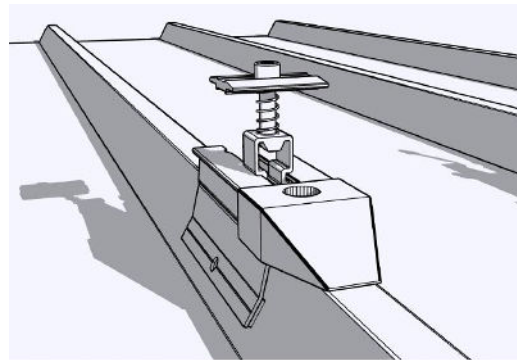
## **DOCUMENTS et JUSTIFICATIFS FOURNIS**

- Dossier Technique de demande d'Enquête de Technique Nouvelle de 39 pages y compris annexes daté du 16 février 2026.
- Fiches techniques et certificats IEC des panneaux photovoltaïques rappelés dans le corps du présent rapport
- Notice de montage V1 daté du 17/03/2026
- Annexes 1 à 12 du Dossier Technique

## Annexe 1. ISY-STEEL - rail universel - 5fix - L130 - Alu



**Coupe A-A**



## Annexe 2. – 380018 – Vis autoperceuse 6,0 x 38mm

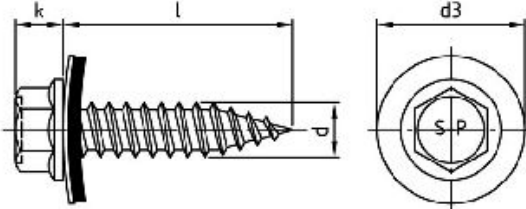


**S + P**

Schäfer + Peters France

**Article 9505 A2 avec rondelle**

**Vis Bi-Métal TH pour tôle mince**



| CARACTÉRISTIQUES |                      |              |
|------------------|----------------------|--------------|
| Art-Nr.          | Référence            | 95052B260 38 |
| VPE              | Nombre par paquet    | 100          |
|                  | Matériaux            | Bi-métal A2  |
| d                | Diamètre             | 6 mm         |
| l                | Longueur totale      | 38 mm        |
| k                | Hauteur de la tête   | 5,25 mm      |
| d3               | Diamètre de rondelle | 16 mm        |
| serrage Ep       | Épaisseur de serrage | 1-10 mm      |
| dc               | Diamètre de la bride | 11 mm        |
| de perçage       | Puissance de perçage | ≤ 2,00 mm    |
| Empr.            | Empreinte            | SW 8         |

**Avantages du produit**

- Perçage, façonnage et connexion en une seule opération
- Réduit les coûts
- Pas de changement d'outil, perçage pas nécessaire

**Applications**

- Pour les panneaux peu épais, joint bout-à-bout, profilé en acier ou aluminium et fixation de calotte sur des profils.
- Le vissage optimal pour les fixation de profilé Vario (9032) sur les profilé en étain en trapèze
- Bi-Métal - un procédé de soudage spécial joint la vis en acier inoxydable et la pointe en acier renforcé au carbone
- Couple de serrage recommandé pour l'acier: environ 3 Nm, 1 Nm à 0,8 mm d'épaisseur.
- Couple de serrage recommandé pour l'aluminium: environ 1 Nm, 0,8 mm d'épaisseur inférieure à 0,5 Nm.

**Champ d'application**

Construction métallique  
Génie mécanique  
Solaire

**Caractéristiques**

- puissance de maintien augmentée de 50 %

**Matériau**



ETA - 12/0086



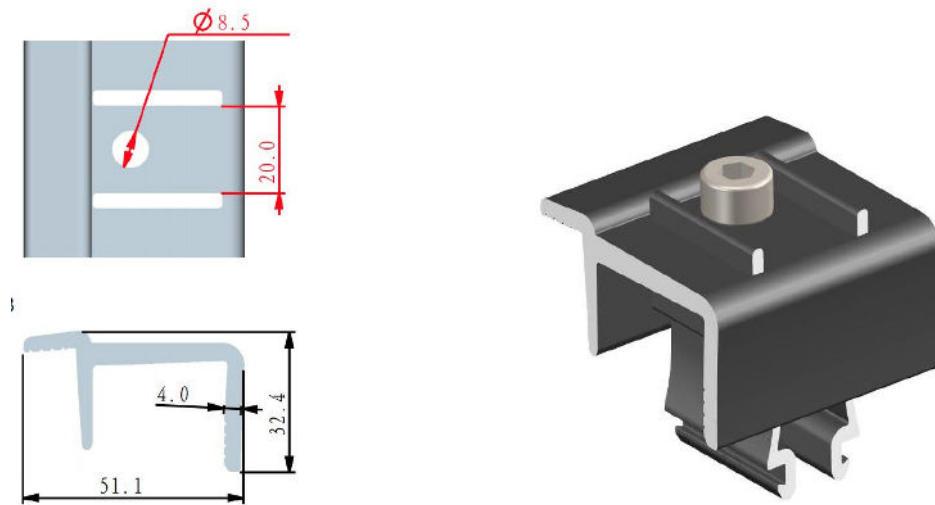
INOX  
STAINLESS STEEL

Schäfer + Peters France  
3, Rue Charlie Chaplin  
Z.A.C de la Croix Bonnet  
78 390 Bois d'Arcy

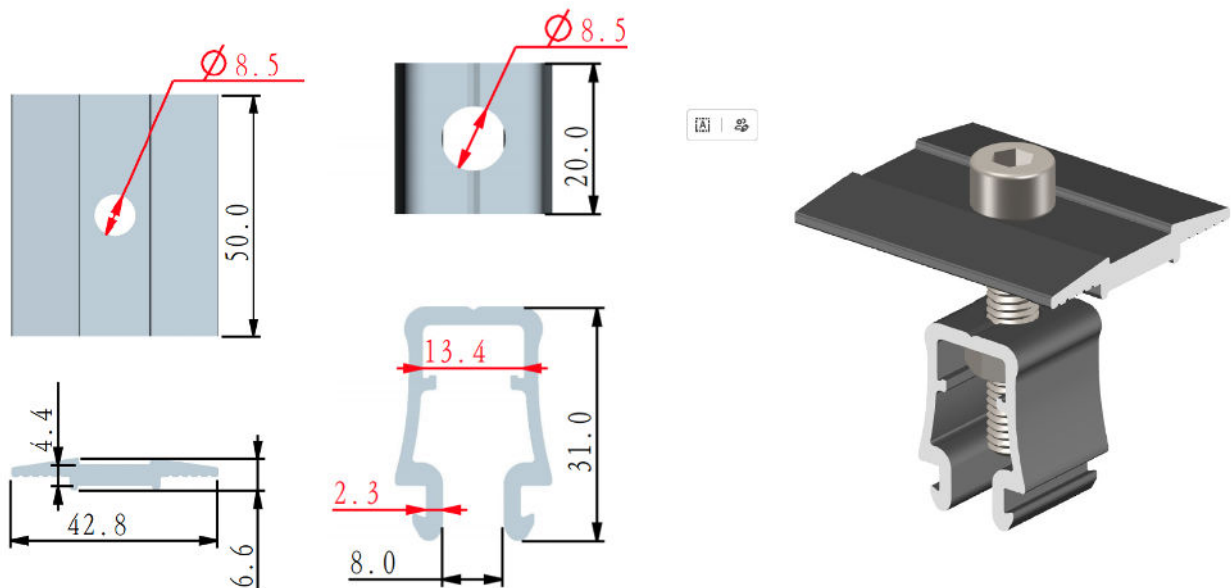
Tel. +33 (0)1 70 42 83 30  
Fax +33 (0)1 70 42 83 32

info@schaefer-peters.fr  
www.schaefer-peters.fr

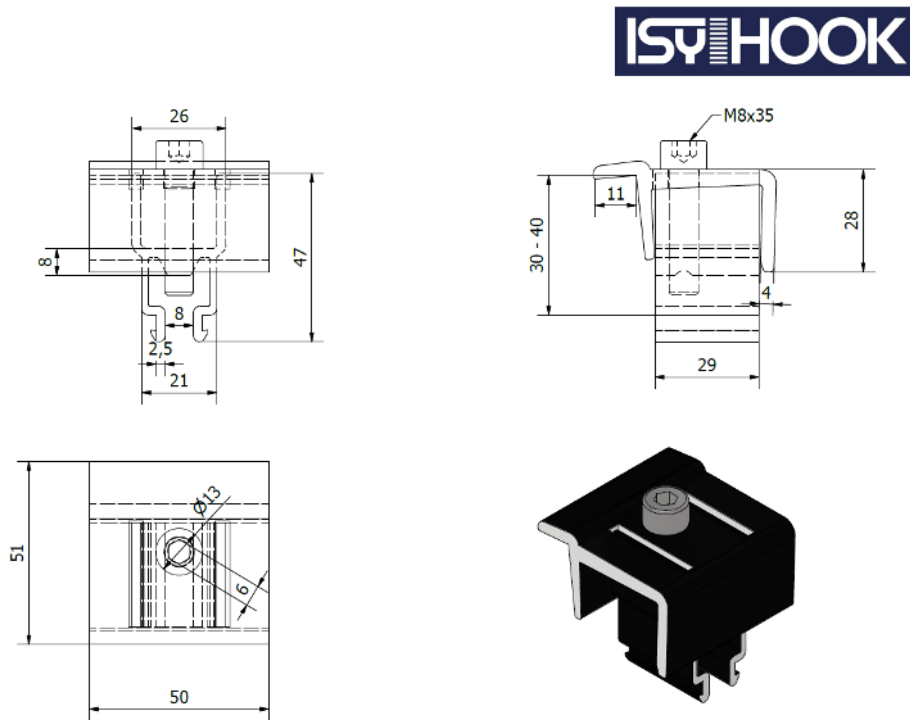
### Annexe 3. Plan Etrier exter black 380068 V3



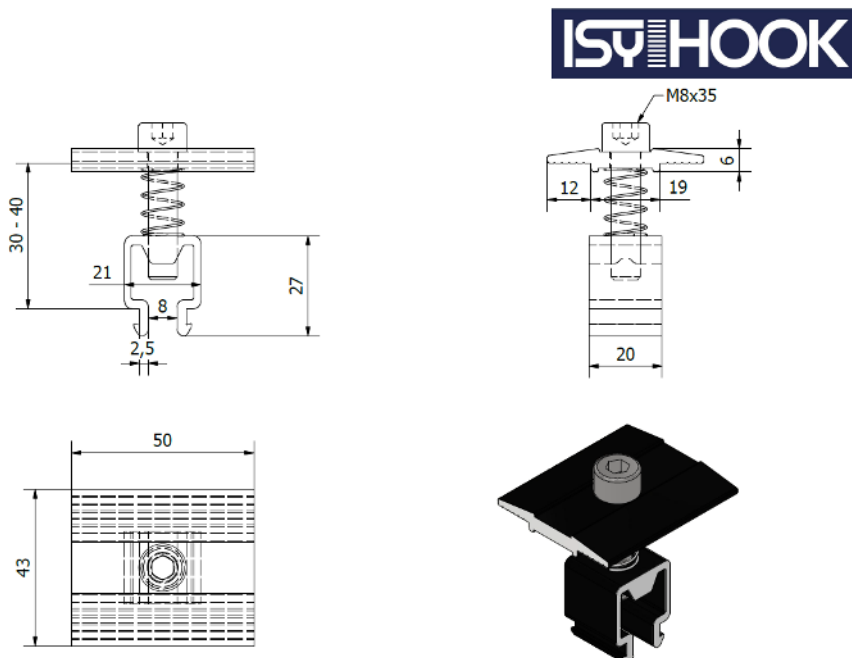
### Annexe 4. Etrier inter black 380067 V3



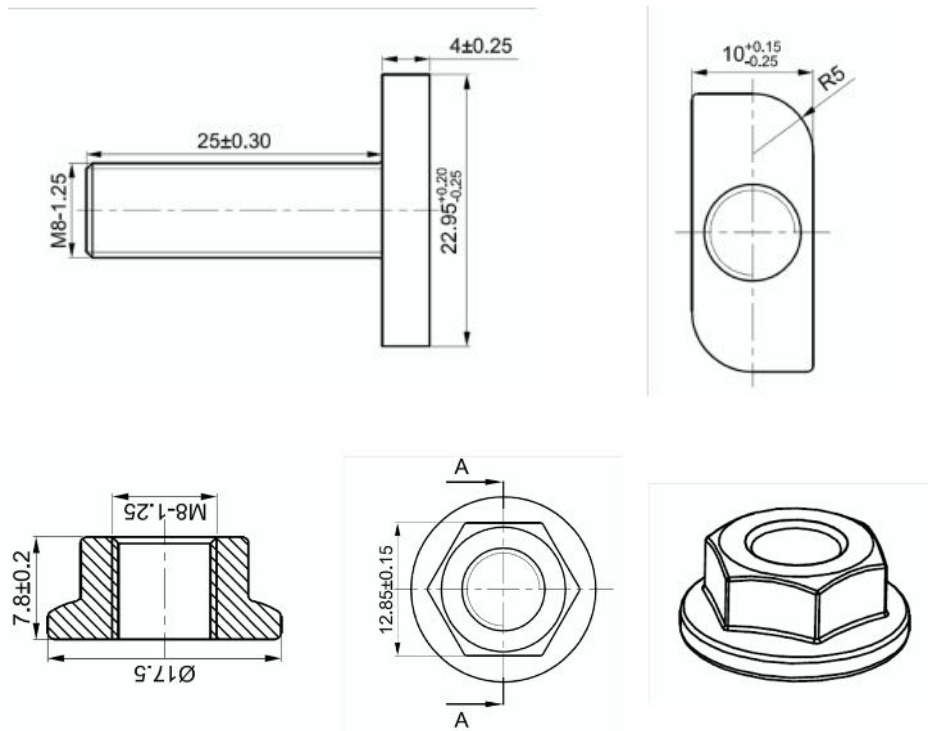
## Annexe 5. Etriers spring exter black 380108



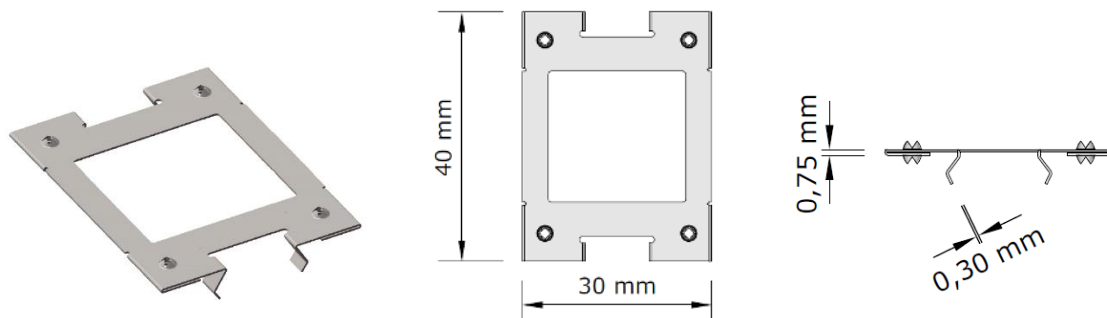
## Annexe 6. Etriers spring inter black 3800109



## Annexe 7. Fixation micro-onduleur 380016 V3



## Annexe 8. Griffe MALT 380057



## Annexe 9. Terragrif universelle 380049

|                    |                               |               |
|--------------------|-------------------------------|---------------|
| Nom                | <b>TERRAGRIF U</b>            |               |
| Référence          | <b>PL 0.5 x 20 x 17 / 2</b>   |               |
| Tolérance générale | <b>Norme DIN 2095 grade 2</b> |               |
| Matériel           | <b>INOX 301 TA</b>            |               |
| Norme              | <b>NFA 35573</b>              |               |
| Poids              | <b>1.8 gr</b>                 |               |
| Dimension          | Hauteur                       | <b>5.8 mm</b> |
|                    | Largeur                       | <b>20 mm</b>  |
|                    | Longueur                      | <b>17 mm</b>  |
|                    | Epaisseur                     | <b>0.5 mm</b> |
| Testé              | <b>LCIE</b>                   |               |
| Rapport de test    | <b>N°105988-610020B</b>       |               |
| Fabricant          | <b>MOBASOLAR</b>              |               |
| N° Brevet          | <b>WO 2012/123797</b>         |               |



**Fabricant: Mobasolar**

## Annexe 10. Certificat ISO 9001 – (confidentiel) et visé par Sud Est Prévention



## Annexe 11. Charges climatiques : neige

La charge descendante (neige et poids propre) s'exerçant sur une toiture est donnée par la formule suivante :

$$p_n = m_s * 9.81 * \cos \alpha + (p_{n0} + \Delta p_{n0}) * \mu * \cos^2 \alpha$$

Les valeurs des charges de neige à prendre en compte (et intégrant les charges accidentelles) sont données pour différentes altitudes dans le tableau suivant :

Tableau 4 - Charges de neige en fonction de la situation et de l'altitude

| Région de neige | Altitude |         |         |
|-----------------|----------|---------|---------|
|                 | 200m     | 500m    | 900m    |
| <b>A1</b>       | 350 Pa   | 650 Pa  | 1650 Pa |
| <b>A2</b>       | 500 Pa   | 650 Pa  | 1650 Pa |
| <b>B1</b>       | 500 Pa   | 750 Pa  | 1750 Pa |
| <b>B2</b>       | 700 Pa   | 750 Pa  | 1750 Pa |
| <b>C1</b>       | 550 Pa   | 850 Pa  | 1850 Pa |
| <b>C2</b>       | 700 Pa   | 850 Pa  | 1850 Pa |
| <b>D</b>        | 900 Pa   | 1100 Pa | 2100 Pa |
| <b>E</b>        | 1150 Pa  | 1450 Pa | 2450 Pa |

Le tableau ci-dessous donne les charges descendantes ( en Pa) sur le procédé d'intégration photovoltaïque pour différents couples Région de neige / Altitude et pour une masse surfacique du procédé égale à 15 kg/m<sup>2</sup> :

Tableau 5 - Charges descendantes en Pa appliqués sur le champ photovoltaïque (localisation, altitude et pente)

| Région de neige | Altitude | Pente de la toiture |        |        |        |        |
|-----------------|----------|---------------------|--------|--------|--------|--------|
|                 |          | 10%                 | 20%    | 40%    | 60%    | 100%   |
|                 |          | 5,71°               | 11,31° | 21,80° | 30,96° | 45,00° |
| A1              | 200      | 493                 | 481    | 438    | 384    | 279    |
|                 | 500      | 790                 | 769    | 697    | 604    | 429    |
|                 | 900      | 1780                | 1731   | 1559   | 1339   | 929    |
| A2              | 200      | 641                 | 625    | 568    | 494    | 354    |
|                 | 500      | 790                 | 769    | 697    | 604    | 429    |
|                 | 900      | 1780                | 1731   | 1559   | 1339   | 929    |
| B1              | 200      | 641                 | 625    | 568    | 494    | 354    |
|                 | 500      | 889                 | 865    | 783    | 678    | 479    |
|                 | 900      | 1879                | 1827   | 1645   | 1413   | 979    |
| B2              | 200      | 839                 | 817    | 740    | 641    | 454    |
|                 | 500      | 889                 | 865    | 783    | 678    | 479    |
|                 | 900      | 1879                | 1827   | 1645   | 1413   | 979    |
| C1              | 200      | 691                 | 673    | 611    | 531    | 379    |
|                 | 500      | 988                 | 962    | 869    | 751    | 529    |
|                 | 900      | 1978                | 1923   | 1731   | 1486   | 1029   |
| C2              | 200      | 839                 | 817    | 740    | 641    | 454    |
|                 | 500      | 988                 | 962    | 869    | 751    | 529    |
|                 | 900      | 1978                | 1923   | 1731   | 1486   | 1029   |
| D               | 200      | 1038                | 1010   | 912    | 788    | 554    |
|                 | 500      | 1236                | 1202   | 1085   | 935    | 654    |
|                 | 900      | 2226                | 2164   | 1947   | 1670   | 1154   |
| E               | 200      | 1285                | 1250   | 1128   | 972    | 679    |
|                 | 500      | 1582                | 1539   | 1387   | 1192   | 829    |
|                 | 900      | 2572                | 2500   | 2249   | 1928   | 1329   |

## Annexe 12. Charges climatiques : vent

La charge ascendante (vent et poids propre) s'exerçant sur le procédé photovoltaïque est donnée par la formule suivante :

$$p_v = q_{10} * (c_e - c_i) * \delta * 2.5 * \frac{H + 18}{H + 60} * k_s - m_s * 9.81 * \cos\alpha$$

Avec :

- $q_{10}$  : pression dynamique normale en fonction de la zone de vent
- $c_i$  et  $c_e$  sont les coefficients de pression intérieure et extérieure qui dépendent de la typologie de l'installation,
- $\delta$  est le coefficient de réduction des pressions dynamiques (pris égale à 1 dans ce cas).
- $H$  est la hauteur en mètres du bâtiment ou de l'installation (retenir la plus grande des deux).
- $k_s$  est le coefficient de site, sa valeur dépend de la zone de vent :
- $m_s$  = masse surfacique du procédé
- $\alpha$  : pente de la toiture

Les dispositions du cahier CSTB 3803\_V2 s'appliquent, il y a lieu de se référer aux différentes dispositions de ce cahier.

|                            |                            | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 | Zone 4 |
|----------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Pression dynamique normale |                            | 500 Pa | 600 Pa | 750 Pa | 900 Pa |
| Coefficient de site $k_s$  | Site protégé / Site normal | 1      | 1      | 1      | 1      |
|                            | Site exposée               | 1.35   | 1.30   | 1.25   | 1.20   |

| Type d'installation      | Coefficient $c_i$ | Coefficient $c_e$ |         |          |
|--------------------------|-------------------|-------------------|---------|----------|
| Surimposé sur couverture |                   | Partie courante   | En rive | En angle |
|                          | 0                 | -0.75             | -1.40   | -2.10    |

Le tableau ci-dessous donne les charges ascendantes s'appliquant au procédé en suivant les prescriptions du cahier 3803\_V2 Juin 2022 avec les coefficients suivants :

- Coefficient de réduction  $\delta = 1$
- Masse surfacique du procédé supérieure ou égale à 10kg/m<sup>2</sup>

Tableau 6 - Charges ascendantes appliqués sur le champ photovoltaïque (localisation, implantation et pente)

| Calcul des charges ascendantes affectant l'ouvrage perpendiculairement au plan de la couverture |       |                   |                          |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ms                                                                                              | 10    | kg/m <sup>2</sup> | en Pa = N/m <sup>2</sup> |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Hauteur                                                                                         | Pente |                   | Implantation             | Zone 1 |        | Zone 2 |        | Zone 3 |        | Zone 4 |        |
|                                                                                                 |       |                   |                          | normal | exposé | normal | exposé | normal | exposé | normal | exposé |
| 6                                                                                               | 10%   | 5,71              | Partie courante          | 243    | 363    | 311    | 434    | 414    | 542    | 516    | 639    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 539    | 761    | 666    | 895    | 857    | 1096   | 1048   | 1277   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 857    | 1191   | 1048   | 1391   | 1334   | 1692   | 1621   | 1964   |
|                                                                                                 | 20%   | 11,31             | Partie courante          | 245    | 364    | 313    | 436    | 415    | 543    | 517    | 640    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 540    | 763    | 667    | 897    | 858    | 1097   | 1049   | 1278   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 858    | 1192   | 1049   | 1393   | 1336   | 1694   | 1622   | 1966   |
|                                                                                                 | 40%   | 21,8              | Partie courante          | 250    | 369    | 318    | 441    | 420    | 548    | 523    | 645    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 545    | 768    | 673    | 902    | 863    | 1102   | 1054   | 1283   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 863    | 1198   | 1054   | 1398   | 1341   | 1699   | 1627   | 1971   |
|                                                                                                 | 60%   | 30,96             | Partie courante          | 257    | 376    | 325    | 448    | 427    | 555    | 530    | 652    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 552    | 775    | 680    | 909    | 870    | 1109   | 1061   | 1290   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 870    | 1205   | 1061   | 1405   | 1348   | 1706   | 1634   | 1978   |
|                                                                                                 | 100%  | 45                | Partie courante          | 272    | 391    | 340    | 462    | 442    | 570    | 544    | 667    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 567    | 790    | 694    | 923    | 885    | 1124   | 1076   | 1305   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 885    | 1219   | 1076   | 1420   | 1362   | 1720   | 1649   | 1992   |
| 8                                                                                               | 10%   | 5,71              | Partie courante          | 261    | 386    | 333    | 462    | 440    | 574    | 548    | 677    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 572    | 806    | 705    | 946    | 906    | 1157   | 1107   | 1348   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 906    | 1257   | 1107   | 1468   | 1408   | 1784   | 1709   | 2070   |
|                                                                                                 | 20%   | 11,31             | Partie courante          | 262    | 388    | 334    | 463    | 441    | 576    | 549    | 678    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 573    | 807    | 707    | 948    | 907    | 1158   | 1108   | 1349   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 907    | 1259   | 1108   | 1470   | 1409   | 1786   | 1710   | 2072   |
|                                                                                                 | 40%   | 21,8              | Partie courante          | 267    | 393    | 339    | 468    | 447    | 581    | 554    | 683    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 578    | 812    | 712    | 953    | 913    | 1164   | 1113   | 1354   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 913    | 1264   | 1113   | 1475   | 1414   | 1791   | 1716   | 2077   |
|                                                                                                 | 60%   | 30,96             | Partie courante          | 274    | 400    | 346    | 475    | 454    | 588    | 561    | 690    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 585    | 819    | 719    | 960    | 920    | 1170   | 1120   | 1361   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 920    | 1271   | 1120   | 1482   | 1421   | 1798   | 1722   | 2084   |
|                                                                                                 | 100%  | 45                | Partie courante          | 289    | 415    | 361    | 490    | 468    | 603    | 576    | 705    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 600    | 834    | 734    | 974    | 934    | 1185   | 1135   | 1376   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 934    | 1286   | 1135   | 1496   | 1436   | 1813   | 1737   | 2099   |
| 10                                                                                              | 10%   | 5,71              | Partie courante          | 277    | 409    | 352    | 487    | 465    | 606    | 577    | 712    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 602    | 847    | 742    | 994    | 952    | 1215   | 1162   | 1414   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 952    | 1320   | 1162   | 1540   | 1477   | 1871   | 1792   | 2170   |
|                                                                                                 | 20%   | 11,31             | Partie courante          | 279    | 410    | 354    | 489    | 466    | 607    | 579    | 714    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 604    | 849    | 744    | 996    | 954    | 1216   | 1164   | 1416   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 954    | 1321   | 1164   | 1542   | 1479   | 1873   | 1794   | 2172   |
|                                                                                                 | 40%   | 21,8              | Partie courante          | 284    | 415    | 359    | 494    | 471    | 612    | 584    | 719    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 609    | 854    | 749    | 1001   | 959    | 1221   | 1169   | 1421   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 959    | 1326   | 1169   | 1547   | 1484   | 1878   | 1799   | 2177   |
|                                                                                                 | 60%   | 30,96             | Partie courante          | 291    | 422    | 366    | 501    | 478    | 619    | 591    | 726    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 616    | 861    | 756    | 1008   | 966    | 1228   | 1176   | 1428   |
|                                                                                                 |       |                   | En angle                 | 966    | 1333   | 1176   | 1554   | 1491   | 1885   | 1806   | 2184   |
|                                                                                                 | 100%  | 45                | Partie courante          | 306    | 437    | 381    | 516    | 493    | 634    | 606    | 741    |
|                                                                                                 |       |                   | En rive                  | 631    | 876    | 771    | 1023   | 981    | 1243   | 1191   | 1443   |

|    |      |       |                 |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|------|-------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|    |      |       | En angle        | 981  | 1348 | 1191 | 1569 | 1506 | 1899 | 1821 | 2199 |
| 15 | 10%  | 5,71  | Partie courante | 315  | 459  | 397  | 546  | 521  | 676  | 645  | 793  |
|    |      |       | En rive         | 672  | 942  | 826  | 1104 | 1057 | 1346 | 1288 | 1566 |
|    |      |       | En angle        | 1057 | 1462 | 1288 | 1704 | 1635 | 2068 | 1981 | 2397 |
|    | 20%  | 11,31 | Partie courante | 316  | 461  | 399  | 547  | 523  | 677  | 646  | 795  |
|    |      |       | En rive         | 674  | 943  | 828  | 1105 | 1059 | 1348 | 1290 | 1567 |
|    |      |       | En angle        | 1059 | 1463 | 1290 | 1706 | 1636 | 2069 | 1983 | 2399 |
|    | 40%  | 21,8  | Partie courante | 321  | 466  | 404  | 552  | 528  | 682  | 651  | 800  |
|    |      |       | En rive         | 679  | 948  | 833  | 1110 | 1064 | 1353 | 1295 | 1572 |
|    |      |       | En angle        | 1064 | 1468 | 1295 | 1711 | 1641 | 2075 | 1988 | 2404 |
|    | 60%  | 30,96 | Partie courante | 328  | 473  | 411  | 559  | 535  | 689  | 658  | 807  |
|    |      |       | En rive         | 686  | 955  | 840  | 1117 | 1071 | 1360 | 1302 | 1579 |
|    |      |       | En angle        | 1071 | 1475 | 1302 | 1718 | 1648 | 2082 | 1995 | 2411 |
|    | 100% | 45    | Partie courante | 343  | 488  | 426  | 574  | 549  | 704  | 673  | 822  |
|    |      |       | En rive         | 701  | 970  | 855  | 1132 | 1086 | 1374 | 1317 | 1594 |
|    |      |       | En angle        | 1086 | 1490 | 1317 | 1732 | 1663 | 2096 | 2010 | 2425 |
| 20 | 10%  | 5,71  | Partie courante | 348  | 504  | 437  | 597  | 570  | 737  | 704  | 864  |
|    |      |       | En rive         | 734  | 1025 | 900  | 1199 | 1149 | 1461 | 1399 | 1698 |
|    |      |       | En angle        | 1149 | 1586 | 1399 | 1848 | 1773 | 2240 | 2147 | 2596 |
|    | 20%  | 11,31 | Partie courante | 349  | 505  | 438  | 598  | 572  | 739  | 705  | 866  |
|    |      |       | En rive         | 735  | 1026 | 901  | 1201 | 1151 | 1462 | 1400 | 1699 |
|    |      |       | En angle        | 1151 | 1587 | 1400 | 1849 | 1774 | 2242 | 2148 | 2597 |
|    | 40%  | 21,8  | Partie courante | 354  | 510  | 443  | 604  | 577  | 744  | 710  | 871  |
|    |      |       | En rive         | 740  | 1031 | 906  | 1206 | 1156 | 1468 | 1405 | 1704 |
|    |      |       | En angle        | 1156 | 1592 | 1405 | 1854 | 1779 | 2247 | 2153 | 2602 |
|    | 60%  | 30,96 | Partie courante | 361  | 517  | 450  | 611  | 584  | 751  | 717  | 878  |
|    |      |       | En rive         | 747  | 1038 | 913  | 1213 | 1163 | 1474 | 1412 | 1711 |
|    |      |       | En angle        | 1163 | 1599 | 1412 | 1861 | 1786 | 2254 | 2160 | 2609 |
|    | 100% | 45    | Partie courante | 376  | 532  | 465  | 625  | 599  | 766  | 732  | 893  |
|    |      |       | En rive         | 762  | 1053 | 928  | 1227 | 1178 | 1489 | 1427 | 1726 |
|    |      |       | En angle        | 1178 | 1614 | 1427 | 1876 | 1801 | 2269 | 2175 | 2624 |

\*\*\*\*\*

## LISTE DES PANNEAUX EN COURS DE VALIDITE EN PAGE SUIVANTE



Certification form - PV modules

Echeance : 03/04/2029



| Certification form - PV modules |                                                     |                      |                      | Echeance :             | 03/04/2029 | <div><div></div><div></div></div> |                                   |            |           |                             | Pressure limits (N/mm <sup>2</sup> ) |                 |                |                    |  |                     |  |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------|-----------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------|--------------------|--|---------------------|--|
|                                 |                                                     |                      |                      | Module dimensions (mm) |            |                                   | <div><div></div><div></div></div> |            |           |                             |                                      |                 |                | long side fixation |  | small side fixation |  |
| Manufacturer                    | Module reference<br>(same as IEC certificate)       | Peak power min. (Wp) | Peak power max. (Wp) | Length                 | Width      | Thickness                         | Weight                            | Small side | Long side | Date validité certification | Upward (long)                        | Downward (long) | Upward (small) | Downward (small)   |  |                     |  |
| AIKO                            | AIKO-Axxx-MCE54Dw (Neostar 3P+54)                   | 465 Wp               | 495 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 20,6 kg                           | 11,6 mm    | 28,5 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| AIKO                            | AIKO-Axxx-MCE54Mw (Neostar 3P54)                    | 470 Wp               | 500 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 20,6 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| AIKO                            | AIKO-Axxx-MCE54Db (Neostar 3S+54)                   | 460 Wp               | 475 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 20,6 kg                           | 11,6 mm    | 28,5 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| AIKO                            | AIKO-Axxx-MCE54Mb (Neostar 3S54)                    | 460 Wp               | 475 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 20,6 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| AIKO                            | AIKO-Axxx-MCE54Mb (Neostar Pro 3S54)                | 480 Wp               | 490 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 20,6 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| DMEGC                           | DMxxxG12RT-B48HST/HBT/HSW/HBW/HBB                   | 450 Wp               | 475 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 24,0 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 1800 Pa            |  |                     |  |
| DMEGC                           | DMxxxG12RT-G48HSW/HBW/HBB                           | 455 Wp               | 475 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 24,0 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 1800 Pa            |  |                     |  |
| DMEGC                           | DMxxxG12RT-B54HST/HBT/HSW/HBW/HBB                   | 500 Wp               | 525 Wp               | 1977 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 27,1 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 1800 Pa            |  |                     |  |
| DMEGC                           | DMxxxM10RT-B60HBT                                   | 490 Wp               | 510 Wp               | 1950 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 26,8 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1200 Pa        | 1600 Pa            |  |                     |  |
| DMEGC                           | DMxxxM10RT-54HSW-L/HBW-L/HBB-L/HSW-LV/HBW-LV/HBB-LV | 445 Wp               | 465 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 15,0 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | N/A            | N/A                |  |                     |  |
| DualSun                         | FLASH - DSxxx-108M10RTB-03                          | 425 Wp               | 450 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 24,5 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 3600 Pa                              | 6600 Pa         | 1600 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| DualSun                         | FLASH - DSxxx-96M10RTB-07                           | 450 Wp               | 460 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 24,6 kg                           | 33,0 mm    | 33,0 mm   | 03/04/2029                  | 3600 Pa                              | 6600 Pa         | 1600 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| DualSun                         | FLASH - DSxxx-108M10RTB-07                          | 500 Wp               | 515 Wp               | 1960 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 27,3 kg                           | 33,0 mm    | 33,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| DualSun                         | FLASH - DSxxx-144M10T-03                            | 600 Wp               | 600 Wp               | 2278 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 26,6 kg                           | 18,0 mm    | 33,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| JA Solar                        | JAM54D40-xxx/LB (1,6 mm)                            | 430 Wp               | 460 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 22,0 kg                           | 12,0 mm    | 28,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 1600 Pa            |  |                     |  |
| JA Solar                        | JAM54D40-xxx/LB (2,0 mm)                            | 435 Wp               | 460 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 24,8 kg                           | 12,0 mm    | 28,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 1600 Pa            |  |                     |  |
| JA Solar                        | JAM60D41-xxx/LB                                     | 485 Wp               | 510 Wp               | 1953 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 27,3 kg                           | 15,0 mm    | 33,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | N/A            | N/A                |  |                     |  |
| JA SOLAR                        | JAM66D42-xxx/MB                                     | 570 Wp               | 595 Wp               | 2278 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 31,8 kg                           | 15,0 mm    | 33,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | N/A            | N/A                |  |                     |  |
| LONGi                           | LR7-54HVB-xxxM                                      | 475 Wp               | 500 Wp               | 1800 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 21,6 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 2000 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| LONGi                           | LR7-54HVD-xxxM                                      | 475 Wp               | 500 Wp               | 1800 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 23,5 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 2000 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| LONGi                           | LR7-54HVH-xxxM                                      | 475 Wp               | 490 Wp               | 1800 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 21,6 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 2000 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| LONGi                           | LR7-60HVD-xxxM                                      | 520 Wp               | 555 Wp               | 1990 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 28,0 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1100 Pa        | 1800 Pa            |  |                     |  |
| LONGi                           | LR7-60HVHL-xxxM                                     | 535 Wp               | 560 Wp               | 1990 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 16,3 kg                           | 15,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 3600 Pa         | N/A            | N/A                |  |                     |  |
| TONGWEI Co.,Ltd.                | TWMNH-48HDxxx                                       | 420 Wp               | 475 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 24,0 kg                           | 11,5 mm    | 28,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 1600 Pa            |  |                     |  |
| TONGWEI Co.,Ltd.                | TWMNH-48HExxx                                       | 425 Wp               | 475 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 23,7 kg                           | 11,5 mm    | 28,0 mm   | 03/04/2029                  | 5400 Pa                              | 2400 Pa         | 1600 Pa        | 1600 Pa            |  |                     |  |
| TONGWEI Co.,Ltd.                | TWMNH-48HWxxx                                       | 425 Wp               | 475 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 20,9 kg                           | 12,0 mm    | 28,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 1600 Pa            |  |                     |  |
| TONGWEI Co.,Ltd.                | TWMNH-54HDxxx                                       | 475 Wp               | 535 Wp               | 1961 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 26,5 kg                           | 12,0 mm    | 28,5 mm   | 03/04/2029                  | 5400 Pa                              | 2400 Pa         | 1600 Pa        | 1600 Pa            |  |                     |  |
| Trina Solar                     | TSM-xxxNEG18R.25                                    | 485 Wp               | 510 Wp               | 1961 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 24,0 kg                           | 18,0 mm    | 28,5 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1000 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| Trina Solar                     | TSM-xxxNEG18R.28                                    | 475 Wp               | 505 Wp               | 1961 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 23,5 kg                           | 18,0 mm    | 28,5 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1000 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| Trina Solar                     | TSM-xxxNEG18RC.27                                   | 485 Wp               | 505 Wp               | 1961 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 24,0 kg                           | 18,0 mm    | 28,5 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1000 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| Trina Solar                     | TSM-xxxNEG9R.28                                     | 430 Wp               | 475 Wp               | 1762 mm                | 1134 mm    | 30 mm                             | 21,0 kg                           | 11,6 mm    | 28,5 mm   | 03/04/2029                  | 4000 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 2200 Pa            |  |                     |  |
| Voltec Solar                    | TARKA 110 VSMP                                      | 425 Wp               | 460 Wp               | 1868 mm                | 1070 mm    | 35 mm                             | 21,0 kg                           | 30,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 3000 Pa                              | 6000 Pa         | 1800 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| Voltec Solar                    | TARKA 110 VSBP                                      | 425 Wp               | 460 Wp               | 1868 mm                | 1070 mm    | 35 mm                             | 21,0 kg                           | 30,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 3000 Pa                              | 6000 Pa         | 1800 Pa        | 2400 Pa            |  |                     |  |
| Voltec Solar                    | TARKA 120 VSMP                                      | 475 Wp               | 500 Wp               | 1868 mm                | 1170 mm    | 35 mm                             | 22,8 kg                           | 30,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 2100 Pa            |  |                     |  |
| Voltec Solar                    | TARKA 120 VSBP                                      | 475 Wp               | 500 Wp               | 1868 mm                | 1170 mm    | 35 mm                             | 22,8 kg                           | 30,0 mm    | 30,0 mm   | 03/04/2029                  | 2400 Pa                              | 5400 Pa         | 1600 Pa        | 2100 Pa            |  |                     |  |